

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
Направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
Кафедра Автоматизации и роботизации в машиностроении

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование двухскоростной автоматической коробки скоростей с ременной передачей

УДК 621.852:621.833.65

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н21	Оброков Олег Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент кафедры АРМ	Козарь Дмитрий Михайлович			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры Менеджмента	Николаенко В.С.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедр ЭБЖ	Пустовойтова М.И.	к.х.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
АРМ	Буханченко Сергей Евгеньевич	к.т.н., доцент		

Томск – 2016 г.
Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики

Направление подготовки (специальность) 151900 «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств»

Кафедра Автоматизации и роботизации в машиностроении

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) _____
(Дата) Буханченко С.Е.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8Н21	Оброков Олег Александрович

Тема работы:

Проектирование двухскоростной автоматической коробки скоростей с ременной передачей

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

5 июня 2016

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

*(наименование объекта исследования или проектирования;
производительность или нагрузка; режим работы
(непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид
сырья или материал изделия; требования к продукту,
изделию или процессу; особые требования к особенностям
функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в
плане безопасности эксплуатации, влияния на
окружающую среду, энергозатратам; экономический
анализ и т. д.).*

- Двухступенчатая коробка скоростей является взлом электромеханического испытательного стенда стартер-генераторов и предназначена для изменения передаточного отношения между нагрузочным приводом и стартер-генератором.
- Нагрузочный привод АИР 5А200L2У3 с номинальной мощностью 45 кВт и частотой вращения 2940 об/мин.
- Испытываемый стартер-генератор постоянного тока имеет максимальную мощность 21 кВт при частоте вращения 7000 об/мин.
- Коробка скоростей должна иметь два передаточных отношения: 2.5 при работе стартер-генератора в режиме генератора и частоте вращения 7000 об/мин, а также 1.3 при работе стартер-генератора в режиме стартера и частоте вращения 2300 об/мин. Нагрузочный привод в обоих режимах работает на частоте 3000 об/мин.

	<ul style="list-style-type: none"> • За прототип для проектирования следует взять готовый проект данной коробки скоростей, выполненный на кафедре с применением прямозубых цилиндрических зубчатых колес для передачи вращения. • Основная задача изменить конструкцию прототипа коробки скоростей и заменить шумные зубчатые передачи на более тихие ременные, для снижения уровня шума и вибрации всего стенда испытания стартер-генераторов.
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Литературный обзор. • Разработка полного технического задания, с целью улучшения понимания технических аспектов разрабатываемой конструкции и требований, предъявляемых к ней. • Разработка принципиальной кинематической схемы комплекса. • Конструкторские расчеты в соответствии с кинематической схемой. • Проектирование установки. • Подготовка графического материала и пояснительной записки.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	Сборочный чертеж коробки скоростей для электромеханического стенда испытания стартер-генераторов: 3-4 формата А0 (А1).
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10.10.2015

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Козарь Д.М.	нет		10.10.2015

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н21	Оброков Олег Александрович		10.10.2015

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку, содержащую 86 страниц. Включает в себя 22 рисунка и 13 таблиц.

Ключевые слова: проектирование, коробка скоростей, ременная передача, муфта.

Объектом проектирования является снижение уровня шума и вибрации. Предмет проектирования – автоматическая зубчато-ременная коробка скоростей.

Цель выпускной квалификационной работы – конструкторско-технологическая разработка зубчато-ременной коробки скоростей для испытательного стенда.

Коробка имеет две скорости, переключаемые с помощью электромагнитных муфт. Габаритные размеры коробки $536,5 \times 378 \times 313,5$ мм.

Создана трехмерная электронная модель, конструкторская документация, спроектирован технологический процесс производства одной из деталей.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	8
1 Литературный обзор.....	10
1.1 Обзор существующих технических решений.....	10
1.2 Передачи.....	13
1.2.1 Зубчатая передача.....	13
1.2.2 Ременная передача.....	15
1.2.3 Цепная передача.....	17
1.3 Муфты.....	18
1.3.1 Кулачковые.....	18
1.3.2 Фрикционные.....	19
2 Конструкторская часть.....	20
2.1 Компоновочная схема коробки скоростей.....	20
2.2 Техническое задание.....	20
2.3 Проектирование коробки скоростей.....	22
2.3.1 Расчет и выбор ремней и шкивов.....	22
2.3.2 Проектирование корпуса.....	26
2.3.3 Выбор муфт.....	29
2.3.4 Расчет валов на жесткость.....	30
2.3.5 Расчет подшипников.....	32
3 Технологическая часть.....	34
3.1 Техническое задание.....	34
3.2 Проектирование технологического процесса изготовления детали ...	34
3.2.1 Анализ технологичности конструкции детали.....	35
3.2.2 Выбор вида и способа получения заготовки.....	36
3.2.3 Составление технологического маршрута.....	37
3.2.4 Расчет припусков на обработку для размера 35H7(+0,025) мм.....	41
3.2.5 Выбор режущего инструмента и расчет режимов резания.....	48
3.2.6 Выбор оборудования.....	51
3.2.7 Составление программы в G-кодах.....	52
3.3 Нормирование технологических переходов, операций.....	53

3.3.1	Расчет основного времени.....	54
3.3.2	Расчет вспомогательного времени	55
3.4	Расчет усилия зажима приспособления	56
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	59
4.1	Введение	59
4.2	SWOT-анализ	59
4.3	Вывод	63
5	Социальная ответственность	66
5.1	Анализ выявленных вредных факторов производственной среды	66
5.1.1	Требования к микроклимату, содержанию аэроионов и вредных химических веществ в воздухе на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ	68
5.1.2	Требования к уровню шума на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ	70
5.1.3	Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ	70
5.2	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	72
5.3	Защита в чрезвычайных ситуациях	73
5.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности...	75
	Заключение	77
	Список использованных источников	78
	Приложение А - Сборочный чертеж Лист 1	
	Приложение Б - Сборочный чертеж Лист 2	
	Приложение В - Сборочный чертеж Лист 3	
	Приложение Г - Карта эскизов	
	Приложение Д - Карта наладки	
	Приложение Е - Расчетно-технологическая карта	
	Приложение Ж - Операционная карта	

ВВЕДЕНИЕ

Коробка скоростей – один из самых распространенных механизмов. Его применяют в трансмиссии автомобилей, мотоциклов и прочей техники, в приводе основного движения и движения подачи станка и пр. Везде, где, имея источник движения с фиксированной или изменяемой в некоем диапазоне частотой, требуется на выходе получить различные частоты, применяется коробка скоростей.

В зависимости от того где применяется коробка скоростей от нее требуются различные характеристики и предъявляются определенные требования. Коробки скоростей, работающие в помещениях должны отвечать санитарным требованиям и не превышать допустимых уровней шума и вибрации.

Для старта и обеспечения работы двигателя внутреннего сгорания применяется ряд устройств. Для запуска двигателя служит стартер – электромотор, прокручивающий двигатель для его запуска. Для зарядки аккумуляторной батареи применяется генератор. Для упрощения конструкции был создан стартер-генератор – устройство, представляющее собой электродвигатель, работающий в двух режимах: стартера и генератора. Данные устройства нашли применения в тепловозах, тракторах, танках и др.

Для испытания стартер-генераторов изготавливают специальные стенды. Позволяющие провести проверку стартер-генератора в обоих режимах работы. Частью такого стенда в свою очередь является проектируемая автоматическая коробка скоростей.

Проблема

На кафедре для испытательного стенда стартер-генераторов была спроектирована и изготовлена автоматическая коробка скоростей. В ходе испытаний у коробки были выявлены два существенных недостатка: высокий уровень шума и вибраций и перегрев коробки. Оба недостатка являются следствием работы при высокой частоте (частота выходного вала 7000 об/мин) прямозубых зубчатых колес.

Была поставлена задача - спроектировать коробку скоростей с зубчато-ременной передачей.

Практическая значимость

Спроектированная коробка скоростей будет установлена на электромеханический испытательный стенд стартер-генераторов.

Главным недостатком данного редуктора является шум, производимый зубчатыми колесами. Уровень шума шевронных зубчатых колес ниже в сравнении с прямозубыми однако, их применение в свою очередь увеличивает стоимость коробки и повышает требования к точности изготовления элементов коробки. Поскольку главным требованием к коробке скоростей было снижение шума, не будем рассматривать данный образец в качестве основы.

Достоинствами данного редуктора является высокий передаваемый момент, обусловленный высокой несущей способностью шевронных зубчатых колес и применению многопоточной компоновки.

Двухпоточная коробка передач. Номер патента 2108925

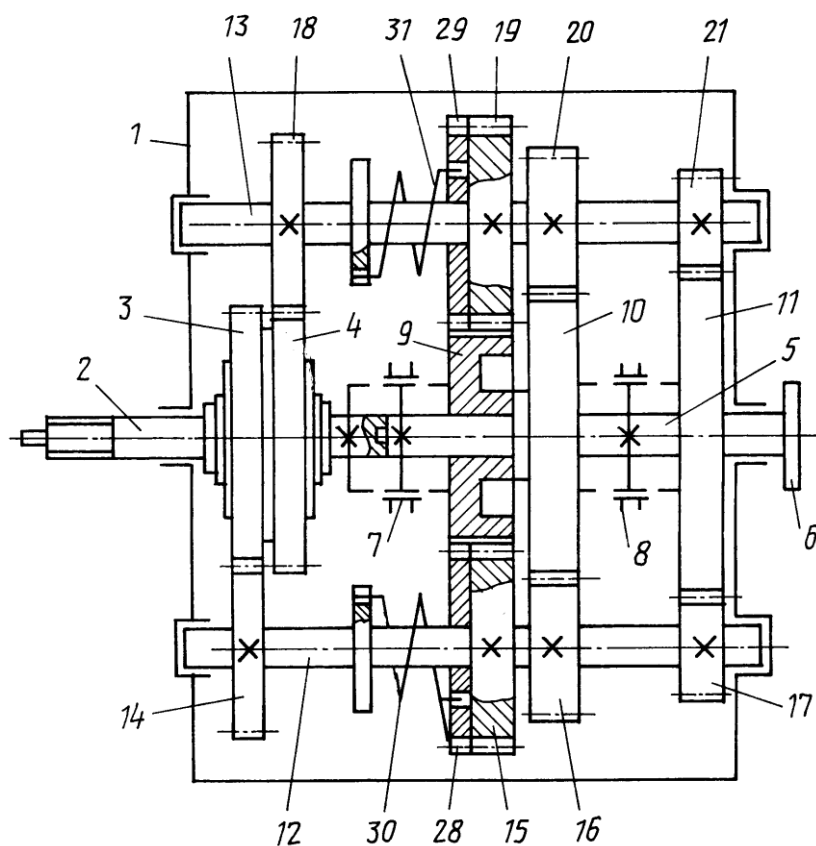


Рисунок 2. Схема двухпоточной коробки передач

Данная коробка так же обладает многопоточной компоновкой, что увеличивает передаваемый ей момент. Главный недостаток данной коробки – применение в ее устройстве цилиндрических прямозубых колес. Данный вид зубчатых колес обладает высоким уровнем шума при работе по сравнению с

другими видами зубчатых колес. Именно из-за этого недостатка была поставлена задача - модернизировать существующую коробку передач, обладающую прямозубыми колесами.

Далее рассмотрим имеющиеся решения коробок скоростей с электромагнитными муфтами.

Применение электромагнитных муфт позволяет дистанционно переключать передачи, посредством подачи электрического тока. Электромагнитные муфты не требуют проведения рычагов, тяг для их включения и выключения.

Электромагнитные муфты используются в коробке скоростей и коробке подач станка 1П326.

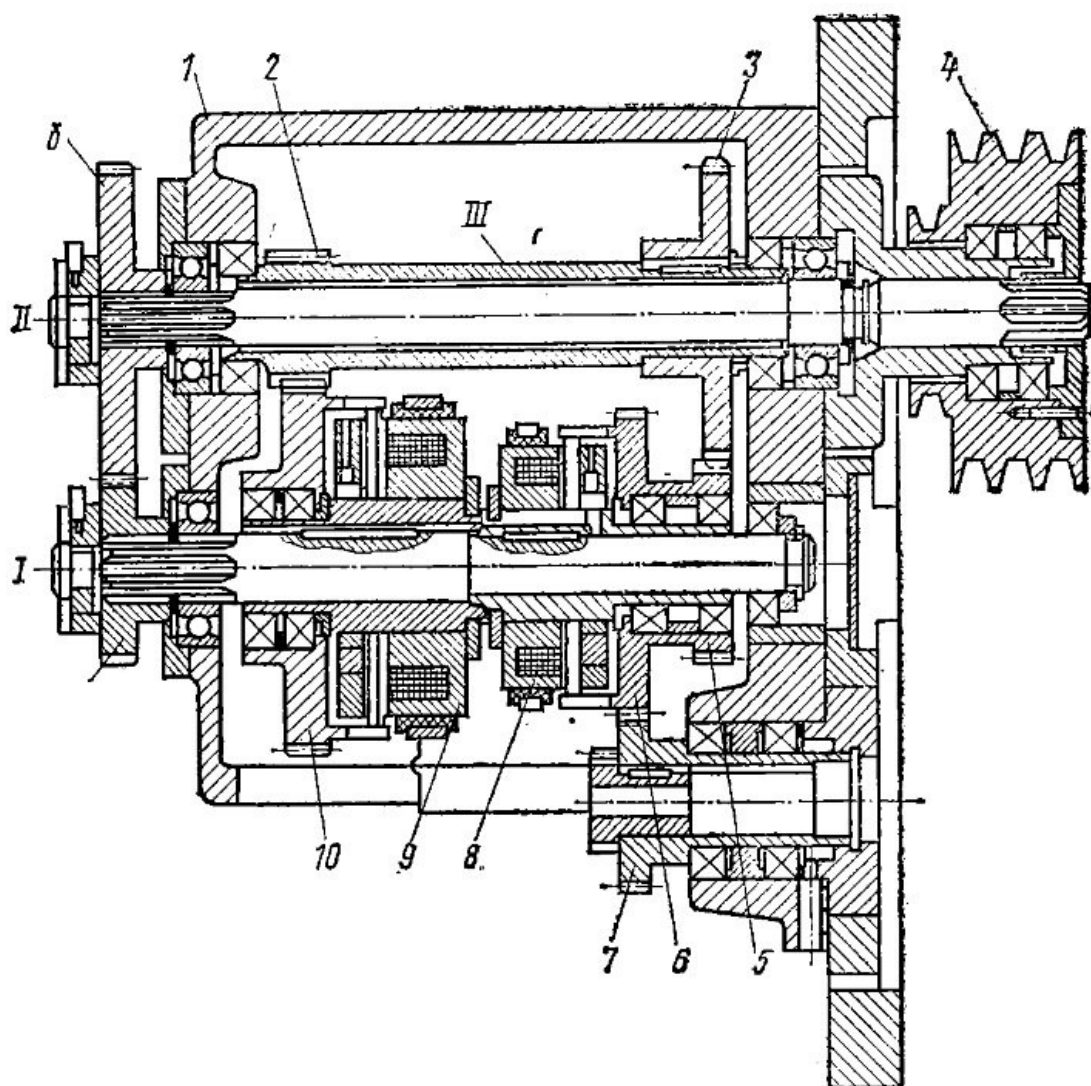


Рисунок 3. Коробка скоростей станка 1П326.

Применение электромагнитных муфт позволяет дистанционно переключать передачи, посредством подачи электрического тока. Электромагнитные муфты не требуют проведения рычагов, тяг, что упрощает конструкцию коробки.

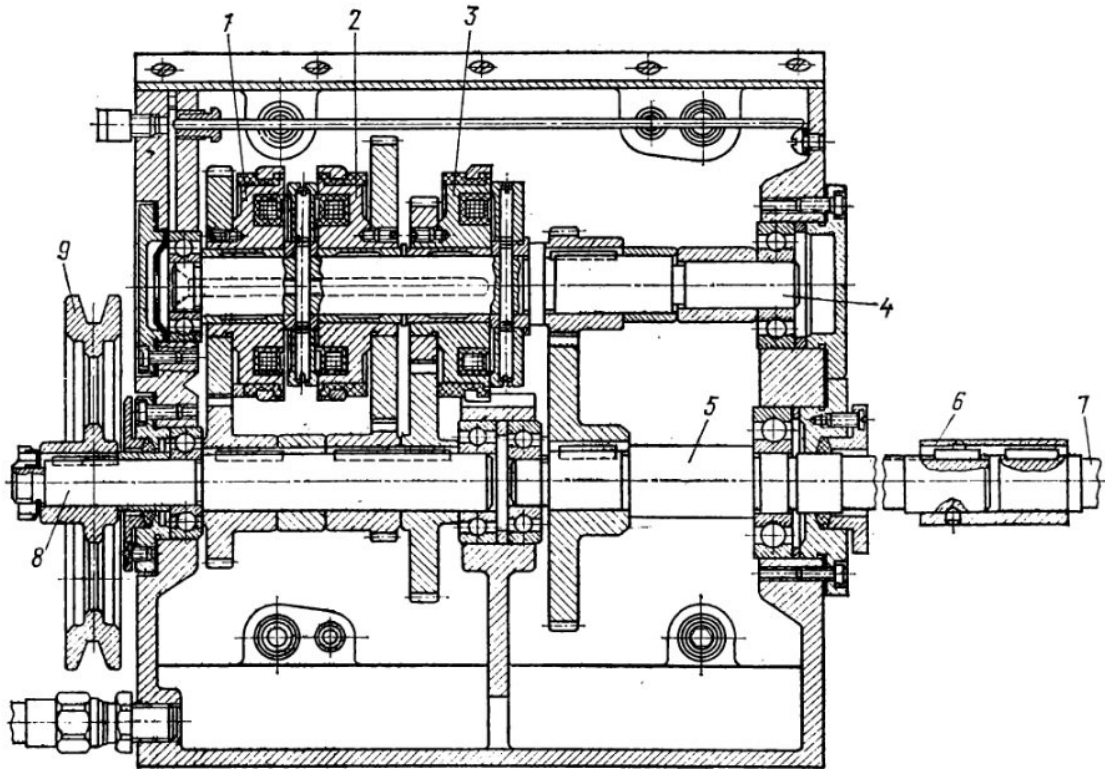


Рисунок 4. Коробка подач станка IP326.

Рассмотрим различные типы передач, которые можно применить в коробке скоростей.

1.2 Передачи

1.2.1 Зубчатая передача

Зубчатая передача – механизм для передачи механической энергии, в основе которого лежат зубчатые колеса, входящие в зацепление друг с другом.

Классификация зубчатых передач.

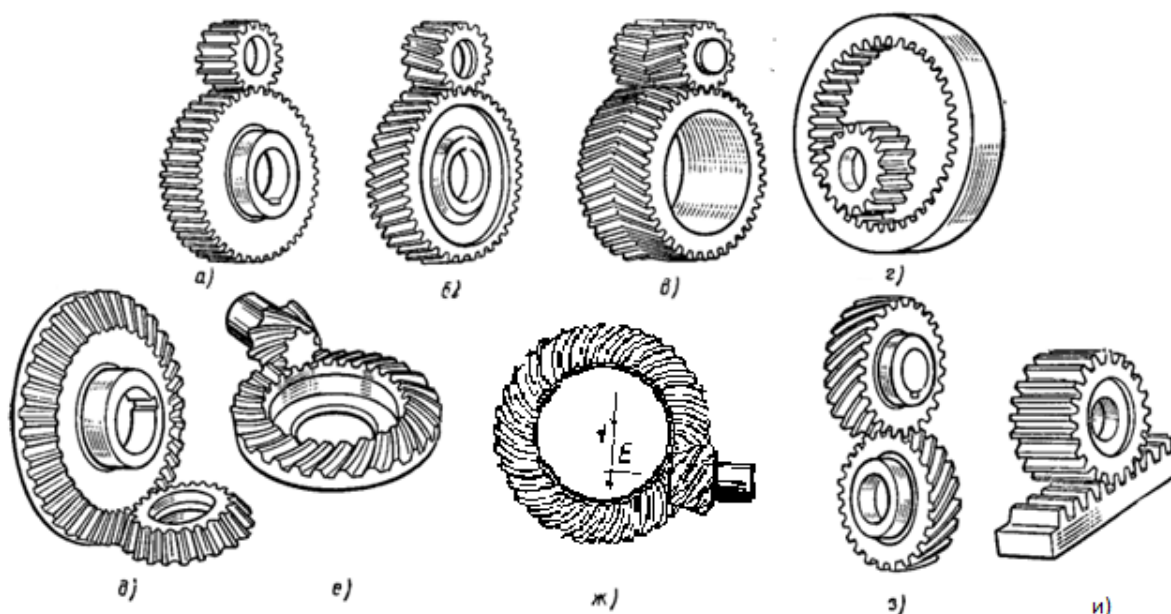


Рисунок 5 Виды зубчатых передач:

- с цилиндрическими колесами и параллельными осями валов –
а) прямозубая, б) косозубая, в) шевронная, г) прямозубая с внутренним зацеплением;
- с коническими колесами и пересекающимися осями валов –
д) прямозубая, е) косозубая;
- со скрещивающимися осями валов – ж) гипоидная с коническими колесами, з) винтовая с цилиндрическими колесами;
- шестерня и рейка – и) прямозубая

Зубчатые передачи различают по взаимному расположению осей:

- зубчатые передачи с цилиндрическими колесами с параллельными осями валов (рис. 3,а-г);
- с коническими колесами с пересекающимися осями валов (рис. 3,д-е);
- с винтовыми колесами со скрещивающимися осями валов (рис. 3,ж);
- шестерней и рейкой (рис. 3,з).
- По расположению зубьев относительно образующей колеса:

- прямозубые – применяются для работы на невысоких скоростях(рис. 3,а,г,д,з);
- косозубые – применяются для ответственных передач для работы на средних и высоких скоростях (рис. 3,б)
- шевронные – позволяют избежать осевой нагрузки в зубчатом зацеплении (рис. 3,в);
- криволинейные - имеет высокие ходовые качества, высокую плавность и бесшумность работы (рис. 3,е).

По относительному вращению колес и расположению зубьев зубчатые передачи бывают:

- внешнего зацепления – вращение зубчатых колес происходит в противоположных направлениях;
- внутреннего – вращение колес происходит в одном направлении (рис. 3, г) зацепления [2], [3],[8].

1.2.2Ременная передача

Ременная передача – механизм для передачи механической энергии при помощи гибкого приводного ремня.

Простейшая ременная передача состоит из шкивов и приводного ремня. Ременная передача может включать в себя несколько шкивов, несколько приводных ремней, натяжные устройства и др. На рисунке 6 д представлено устройство простейшей ременной передачи, где 1- ведущий шкив, 2 – ведомый шкив, 3 – приводной ремень.

Приведем классификацию ременных передач.

Различают несколько основных видов ременных передач:[5]

- Плоскоременная - ремень в сечении имеет форму прямоугольника, длина которого значительно превосходит толщину (рис. 6 а);
- Клиноременная – ремень трапециевидного сечения. (рис. 6 б);

- Поликлиноременная – ремень с несколькими продольными клиновыми выступами. (рис. 6 в);
- Круглоременная – ремень в сечении имеет круглую форму (рис. 6 г);
- Зубчатоременная – на рабочей поверхности ремня имеются зубья, входящие в зацепление со шкивами (рис. 6 д);

Существует два основных типа ременных передач, разделяемых по способу передачи механической энергии:

- трение (рис. 6 а – г).
- зубчатое зацепление (рис. 6 д) [14].

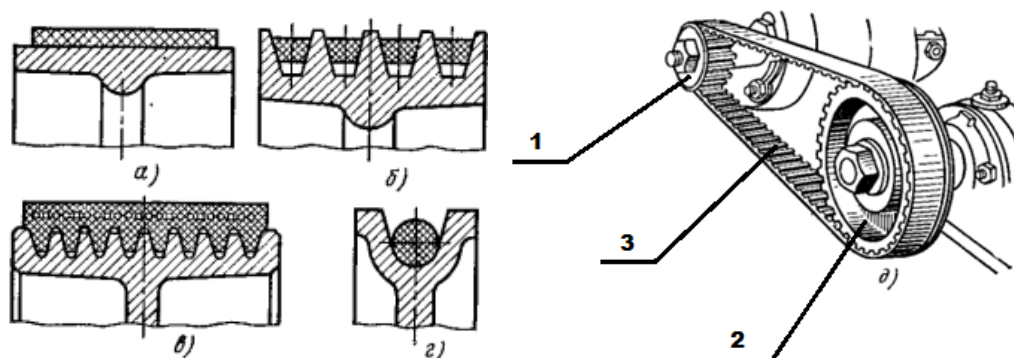


Рисунок 6. Виды ременных передач: а) плоскоременная, б) клиноременная, в) поликлиноременная, г) круглоременная, д) зубчатоременная.

Особенностью зубчатого ремня является отсутствие проскальзывания, позволяющее использовать его в механизмах, где проскальзывание не допускается (коробки скоростей, привод распределительных валов двигателей внутреннего сгорания).

По способу расположения приводного ремня ременные передачи различают на:

- открытые – оси шкивов параллельны, направление ведущего и ведомого шкива совпадают (рис. 7 а);
- перекрестные – оси шкивов параллельны, ведущий и ведомый шкив вращаются в противоположных направлениях (рис. 7 б);

- полуперекрестные – оси шкивов находятся под углом друг к другу (рис.7 в).

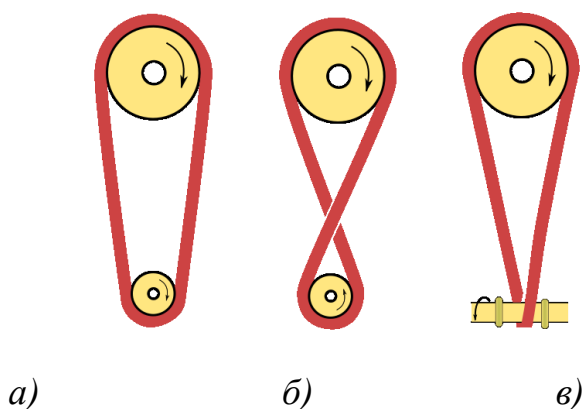


Рисунок 7. Способы расположения приводного ремня:
 а) открытый, б) перекрестный, в) полуперекрестный.

Ременная передача применяется в бесступенчатых коробках передач (вариаторах), в станках для передачи крутящего момента от двигателя на рабочий орган, для перемещения отдельных элементов станка (порталы, каретки), в приводе газораспределительного механизма двигателя внутреннего сгорания автомобилей и пр. [8],[14].

1.2.3 Цепная передача

Передача механической энергии с помощью гибкого элемента зацепления – цепи.

Цепь не требует предварительного натяжения, что позволяет минимизировать нагрузку на опоры валов. Достоинством цепной передачи по сравнению с ременной является минимальная величина угла охвата. Так же возможна передача момента на звездочки с внешней стороны цепи. В цепных передачах отсутствует проскальзывание.

Главным недостатком ременных передач для нас является высокий уровень шума. Наименьшим уровнем шума и динамических нагрузок обладают зубчатые цепи, однако они имеют высокую стоимость

В качестве материалов звездочек применяют чугуны (для малоответственных передач), стали 45, 40Х с закалкой, цементированные стали 15, 20Х.

1.3 Муфты

Для переключения скоростей в коробках применяют различные виды муфт, рассмотрим основные из них.

1.3.1 Кулачковые

Кулачковая муфта - сцепная муфта, состоящая из двух полумуфт, одна из которых является подвижной. В рабочем положении выступы, расположенные на одной полумуфте входят в зацепление с впадинами на другой, образуя жесткое соединение.

Подвижная полумуфта совмещается с валом при помощи шпоночного или шлицевого соединения. Перемещение полумуфты осуществляется чаще всего с помощью вилки. Поскольку кулачки муфты испытывают ударные нагрузки в момент входа или выхода из зацепления их поверхности цементируют и закаляют до 55 HRC. В качестве материала для муфт выбирают сталь 20Х или 20ХН [2].

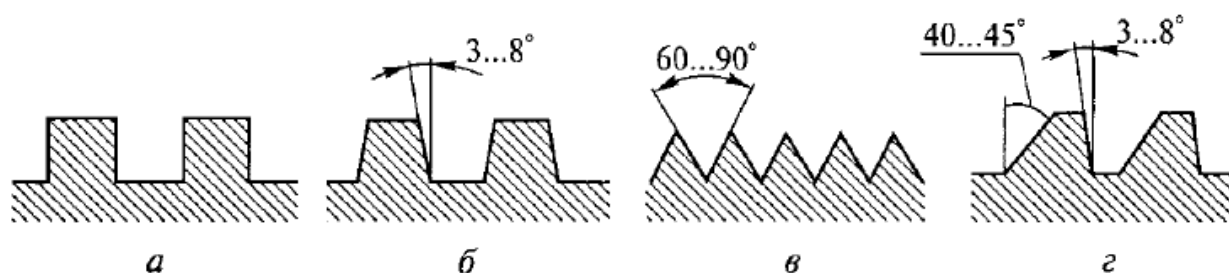


Рисунок 8. Профили кулачков сцепных муфт: а – прямоугольный; б – трапецеидальный; в – треугольный; г – ассиметричный

Недостатком данных муфт является ограничение на их включение на ходу по массе вращающихся частей и скорости вращения. Включение на ходу сопровождается шумом и вибрацией, что не позволяет нам применить их в коробке передач.

1.3.2 Фрикционные

Фрикционная муфта - сцепная муфта, состоящая из двух конусов, барабанов, одного или нескольких дисков.

Сила трения между дисками может создаваться пружиной, грузом, центробежной силой, пневматическим, гидравлическим или электромагнитным приводом.

В первоначальном варианте коробки использовались муфты, работающие в масляной среде. Выбор данных муфт был обусловлен наличием масляной ванны для смазки зубчатых колес. Поскольку передача момента в модернизированной коробке будет производиться с помощью зубчатых ремней, не требующих смазки, муфты будут заменены на муфты сухого трения.

Так как основной задачей при модернизации коробки передач является снижение уровня шума, кулачковая муфта не подойдет. Включение муфты на скорости характеризуется высоким уровнем шума и вибрации.

2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Кинематическая схема коробки скоростей

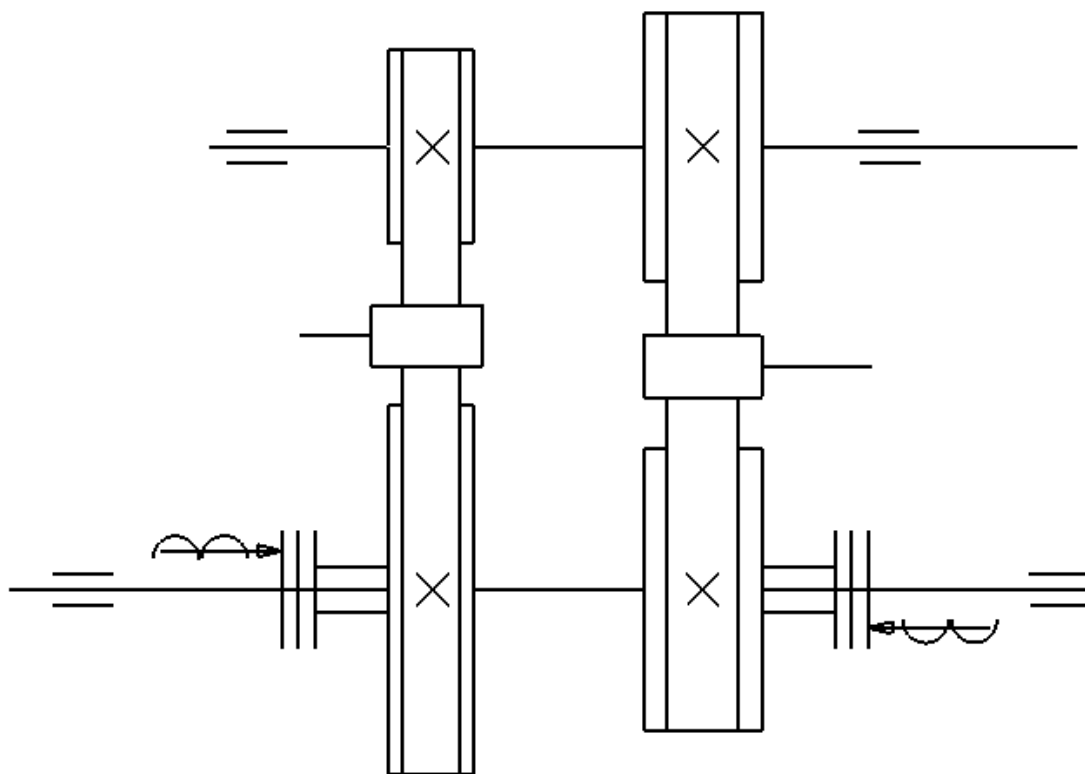


Рисунок 9. Кинематическая схема коробки скоростей

2.2 Техническое задание

Наименование и область применения

- Настоящее техническое задание распространяется на коробку скоростей, представляющую собой устройство для изменения частоты вращения вала нагрузочного привода АИР 5А200L2У3 с номинальной мощностью 45 кВт и частотой вращения 2940 об/мин.
- Коробка скоростей является узлом электромеханического испытательного стенда стартер-генераторов, испытывающего стартер-генераторы в обоих режимах работы.

Обоснование для разработки

Проектирование коробки ведется в соответствии с требованиями заказчика

Цель и назначение разработки

Коробка скоростей проектируется с целью устранения недостатков существующей коробки скоростей: высокий уровень шума и вибрации,

сильный нагрев коробки. Для этого требуется заменить шумные зубчатые передачи на более тихие ременные, для снижения уровня шума и вибрации всего стенда испытания стартер-генераторов.

Источники разработки

Проектирование ведется на основе:

- результатов, полученных в ходе испытания существующей модели коробки скоростей;
- исходных требований для коробки скоростей, разработанных заказчиком;

Технические требования

- коробка скоростей должна иметь два передаточных отношения: 2.5 при работе стартер-генератора в режиме генератора и частоте вращения 7000 об/мин, а также 1.3 при работе стартер-генератора в режиме стартера и частоте вращения 2300 об/мин. Нагрузочный привод в обоих режимах работает на частоте 3000 об/мин;
- за прототип для проектирования следует взять готовый проект данной коробки скоростей, выполненный на кафедре с применением прямозубых цилиндрических зубчатых колес для передачи вращения.

2.3 Проектирование коробки скоростей

2.3.1 Расчет и выбор ремней и шкивов

В ходе данной работы была спроектирована автоматическая коробка скоростей с ременными передачами. Данная модификация коробки основана на коробке скоростей с зубчатыми передачами, являющейся частью электромеханического испытательного стенда стартер-генераторов (*Рисунок 10*).

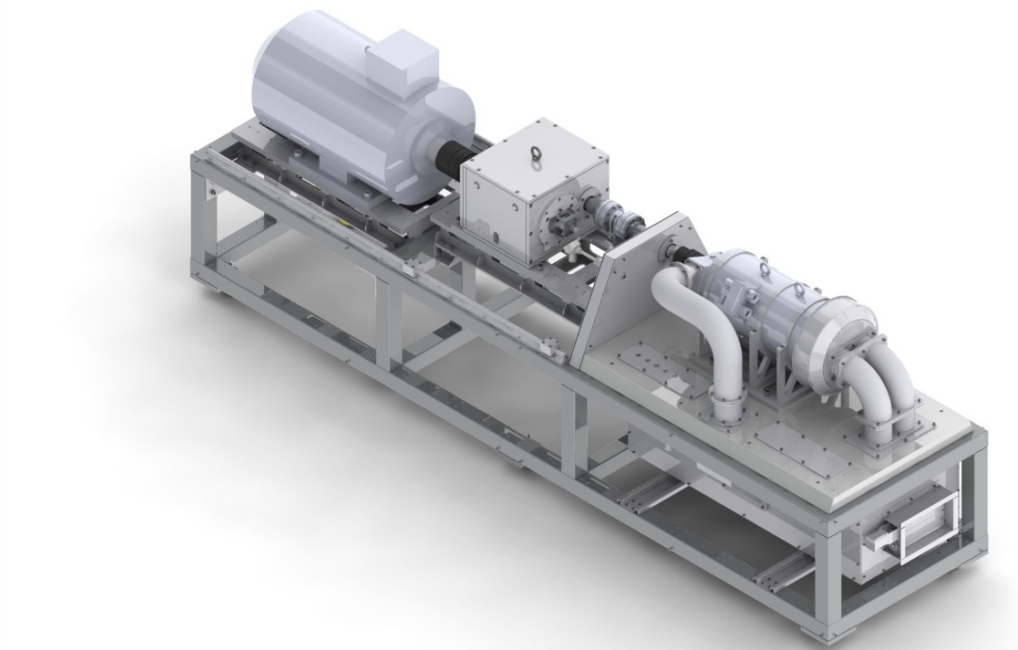


Рисунок 10. Электромеханический испытательный стенд стартер-генераторов.

Процесс проектирования можно разделить на несколько этапов.

На первом этапе необходимо произвести расчет зубчато-ременных передач, выбрать необходимые ремни по результатам расчета. Для расчета передач воспользуемся программой Conti-tech Transmission Designer 7.1 Beltimpex (*Рисунок 11*).

ремень

вид ремня: Зубчатый ремень
тип ремня: CONTI SYNCHROFORCE EXTRE
профиль ремня: HTD
шаг зуба: 8M

геометрия

малый шкив: Эффективный диаметр (d_{wk}), число зубьев (z_k), число оборотов (n_k), передача (i).
большой шкив: Эффективный диаметр (d_{wg}), число зубьев (z_g), эффективный диаметр (n_g), необходимая длина ремня (L_{wgef}), длина ремня (L_w).

мощность

малый шкив: момент вращения (M_k), передаваемая мощность (P), необходимый коэффициент эксплуата. C_{0gef}.
большой шкив: момент вращения (M_g), необходимая ширина ремня (b_{gef}), условие эксплуатации (средняя нагрузка).

результат

ширина ремня (расчётная) (b_{err}), ширина ремня (выбранная) (b_{aus}), общий коэффициент эксплуатации (C_{0er}), величина мощности (P_r), окружное (тангенциальное) усилие (F_u), общая сила предварительного натяжения (F_v), статическое натяжение ремня (F_{stat}), заданная частота (f).

Рисунок 11. Интерфейс программы Conti-tech Transmission Designer 7.1 Beltimpex

Программа позволяет производить расчеты ременных передач как с двумя, так и с несколькими шкивами.

Сначала подбираем необходимые количества зубьев на каждом шкиве, для соблюдения требуемого передаточного отношения и габаритов шкивов. Получаем следующие соотношения:

Первая передача (режим генератора) – 69:29, что дает нам передаточное отношение 0,4203

Вторая передача (режим стартера) – 44:55, что дает нам передаточное отношение 1,25

Выбираем тип ремня – CONTI SYNCHROFORCE EXTRIM. Данная серия ремней служит для передачи значительного крутящего момента; профиль ремня – HTD;

Заносим в программу следующие исходные данные:

Число зубьев обоих шкивов, частоту вращения, межосевое расстояние, момент или мощность, условия эксплуатации.

Программа автоматически рассчитывает передаточное отношение, диаметры шкивов, выбирает ближайшую длину ремня из стандартного ряда, вычисляет мощность или момент вращения, ширину ремня, окружное усилие и др. (Рисунок 12, Рисунок 13, Рисунок 14, Рисунок 15).

Поскольку при схожем передаваемом моменте размеры шкивов превышают размеры зубчатых колес, пришлось увеличить межосевое расстояние со 130 до 145 мм.

ремень				
вид ремня	Зубчатый ремень		профиль ремня	HTD
тип ремня	CONTI SYNCHROFORCE EXTRE		шаг зуба	8M

геометрия				удалить заданное поле			
малый шкив			большой шкив				
Эффективный диаметр	dwk	73,85	mm	Эффективный диаметр	dwg	175,71	mm
число зубьев	zk	29		число зубьев	zg	69	
число оборотов	nk	7000,00	1/min	эффективный диаметр	ng	2942,03	1/min
передача	i	2,38		необходимая длина ремня	Lwgef		mm
межосевое расстояние	a	138,53	mm	длина ремня	Lw	688,00	mm

мощность				удалить заданное поле			
малый шкив			большой шкив				
момент вращения	Mk	28,65	Nm	момент вращения	Mg	68,16	Nm
передаваемая мощность	P	21,000	kW	необходимая ширина ремня	bgef		mm
необходимый коэффициент эксплуата	C0gef	2,10	помощь	условие эксплуатации			средняя нагрузка

результат				показать общий результат			
ширина ремня(расчётная)	berr	21,30	mm	окружное (тангенциальное) усилие	Fu	775,86	N
ширина ремня(выбранная)	baus	20,00	mm	общая сила предварительного натяже	Fv	859,42	N
общий коэффициент эксплуатации	C0er	1,95		статическое натяжение ремня	Fstat	462,07	N
величина мощности	Pr	41,01	kW	заданная частота	f	278,41	Hz

CONTI HTD 688 - 8M - 20 - SYNCHROFORCE EXTREME

Рисунок 12. Исходные данные и результаты расчета первой передачи

Tooth profile	PROF	=	8M	
Tooth pitch	T	=	8,00	mm
Number of teeth on small pulley	ZK	=	29	
Pitch diameter of small pulley	DWK	=	73,85	mm
Number of teeth on large pulley	ZG	=	69	
Pitch diameter of large pulley	DWG	=	175,71	mm
Speed of small pulley	NK	=	7000,00	1/min
Speed of large pulley	NG	=	2942,03	1/min
Transmission ratio	I	=	2,38	
Belt length	LW	=	688,00	mm
Number of teeth on timing belt	Z	=	86,00	
Centre distance	AER	=	138,53	mm
Arc of contact on the small pulley	BETA	=	136,86	grd
Number of teeth in mesh on small pulley	ZE	=	11,02	
Belt speed	V	=	27,07	m/s
Belt flex frequency	BF	=	78,68	Hz
Overall service factor	C0	=	2,10	
Teeth in mesh factor	C1	=	1,00	
Length factor	C5	=	0,90	
Power to be transmitted	P	=	21,00	kW
Torque on small pulley	MDK	=	28,65	Nm
Torque on large pulley	MDG	=	68,16	Nm
Calculated belt width	BERR	=	21,30	mm
Chosen belt width	B	=	20,00	mm
Power rating for belt width	PR	=	41,01	kW
Calculated overall service factor	COER	=	1,95	
Effective pull	FU	=	775,86	N
Static belt tension	FSTAT	=	462,07	N
Total axle load	FV	=	859,42	N
Belt tension load factor	k1	=	1,00	
Belt tension service factor	k2	=	1,19	
Natural frequency of belt span	EIF	=	278	Hz

Рисунок 13. Результаты расчета первой передачи

ремень

вид ремня

Зубчатый ремень

тип ремня

CONTI SYNCHROFORCE EXTRE

профиль ремня

HTD

шаг зуба

8M

геометрия

удалить заданное поле

малый шкив

Эффективный диаметр

dwk

112,05

mm

число зубьев

zk

44

число оборотов

nk

2940,00

1/min

передача

i

1,25

межосевое расстояние

a

145,32

mm

большой шкив

Эффективный диаметр

dwg

140,06

mm

число зубьев

zg

55

эффективный диаметр

ng

2352,00

1/min

необходимая длина ремня

Lwgef

mm

длина ремня

Lw

688,00

mm

мощность

удалить заданное поле

малый шкив

момент вращения

Mk

146,16

Nm

передаваемая мощность

P

45,000

kW

необходимый коэффициент эксплуата

C0gef

2,10

помощь

большой шкив

момент вращения

Mg

182,70

Nm

необходимая ширина ремня

bgef

mm

условие эксплуатации

средняя нагрузка

результат

показать общий результат

ширина ремня(расчётная)

berr

53,13

mm

ширина ремня(выбранная)

baus

50,00

mm

общий коэффициент эксплуатации

C0er

1,97

величина мощности

Pr

38,63

kW

окружное (тангенциальное) усилие

Fu

2609,00

N

общая сила предварительного натяжения

Fv

3098,52

N

статическое натяжение ремня

Fstat

1556,51

N

заданная частота

f

287,82

Hz

CONTI HTD 688 - 8M - 50 - SYNCHROFORCE EXTREME

Рисунок 14. Исходные данные и результаты расчета второй передачи

Tooth profile	PROF	=	8M	
Tooth pitch	T	=	8,00	mm
Number of teeth on small pulley	ZK	=	44	
Pitch diameter of small pulley	DWK	=	112,05	mm
Number of teeth on large pulley	ZG	=	55	
Pitch diameter of large pulley	DWG	=	140,06	mm
Speed of small pulley	NK	=	2940,00	1/min
Speed of large pulley	NG	=	2352,00	1/min
Transmission ratio	I	=	1,25	
Belt length	IW	=	688,00	mm
Number of teeth on timing belt	Z	=	86,00	
Centre distance	AER	=	145,32	mm
Arc of contact on the small pulley	BETA	=	168,94	grd
Number of teeth in mesh on small pulley	ZE	=	20,65	
Belt speed	V	=	17,25	m/s
Belt flex frequency	BF	=	50,14	Hz
Overall service factor	C0	=	2,10	
Teeth in mesh factor	C1	=	1,00	
Length factor	C5	=	0,90	
Power to be transmitted	P	=	45,00	kW
Torque on small pulley	MDK	=	146,16	Nm
Torque on large pulley	MDG	=	182,70	Nm
Calculated belt width	BERR	=	53,13	mm
Chosen belt width	B	=	50,00	mm
Power rating for belt width	PR	=	88,63	kW
Calculated overall service factor	COER	=	1,97	
Effective pull	FU	=	2609,00	N
Static belt tension	FSTAT	=	1556,51	N
Total axle load	FV	=	3098,52	N
Belt tension load factor	k1	=	1,00	
Belt tension service factor	k2	=	1,19	
Natural frequency of belt span	EIF	=	288	Hz

Рисунок 15. Результаты расчета второй передачи

Выбранные ремни SYNCHROFORCE EXTREME предназначены для передачи большого крутящего момента на высоких скоростях. Они могут работать в большом диапазоне температур (от -60 до +100 C). Ремни практически не подвержены натяжению благодаря армированию кордшнурами из стекловолокна.

Натяжение ремней будет осуществляться за счет установленных в нижней части корпуса натяжных роликов.

2.3.2 Проектирование корпуса

В исходной версии коробки несущим элементом являлись стенки корпуса коробки (*Рисунок 16*). Для обеспечения требуемой жесткости стенки были изготовлены из пластин толщиной 16 мм. Материал пластин – сталь 12X18Н10Т. Соединялись стенки с помощью винтового соединения. Для обеспечения герметичности были использованы резиновые прокладки.

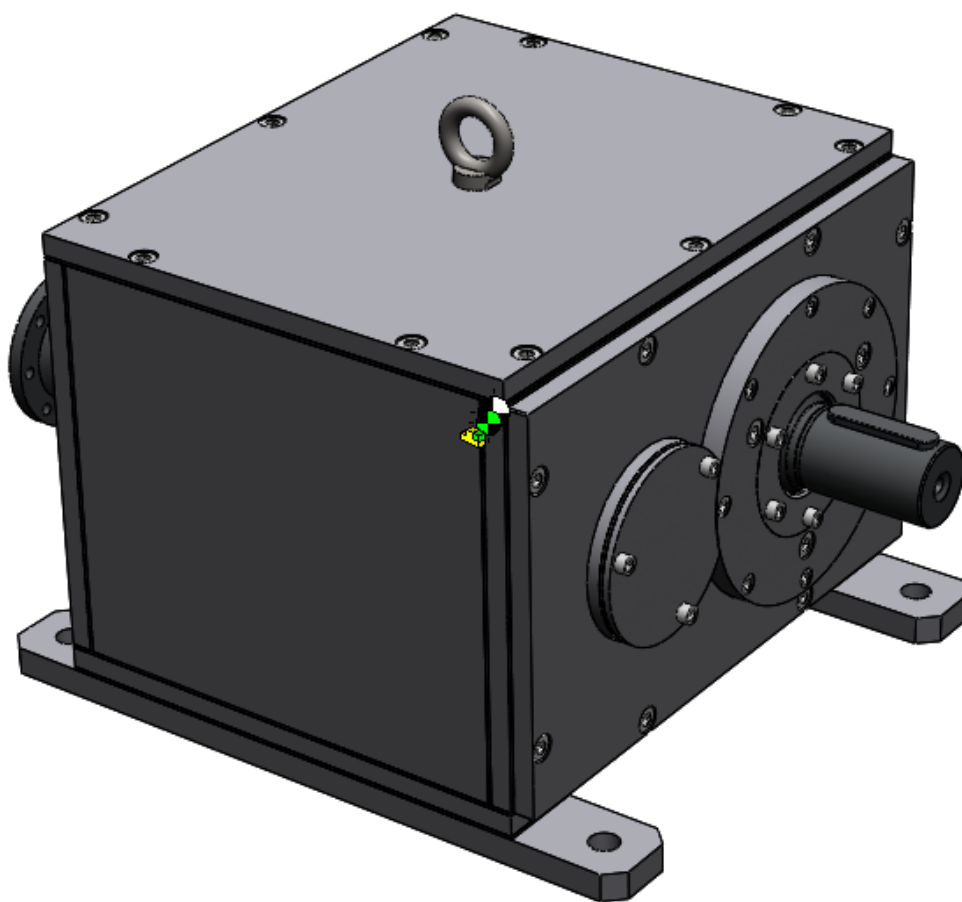


Рисунок 16. Коробка скоростей до модернизации

Данное технологическое решение было выбрано по той причине, что производство коробки являлось единичным. Для серийного производства было бы более технологично изготавливать корпус коробки с помощью литья. Использование зубчато-ременной передачи дает возможность усовершенствовать конструкцию коробки. Исключение масляной ванны позволяет отказаться от герметичности и применить толстые стенки только с двух сторон для жесткой установки на них втулок валов. Основным несущим элементом коробки будет являться сварная рама, выполненная из равнополочного стального уголка толщиной 5 мм по ГОСТ 8509-93 (Рисунок 17).

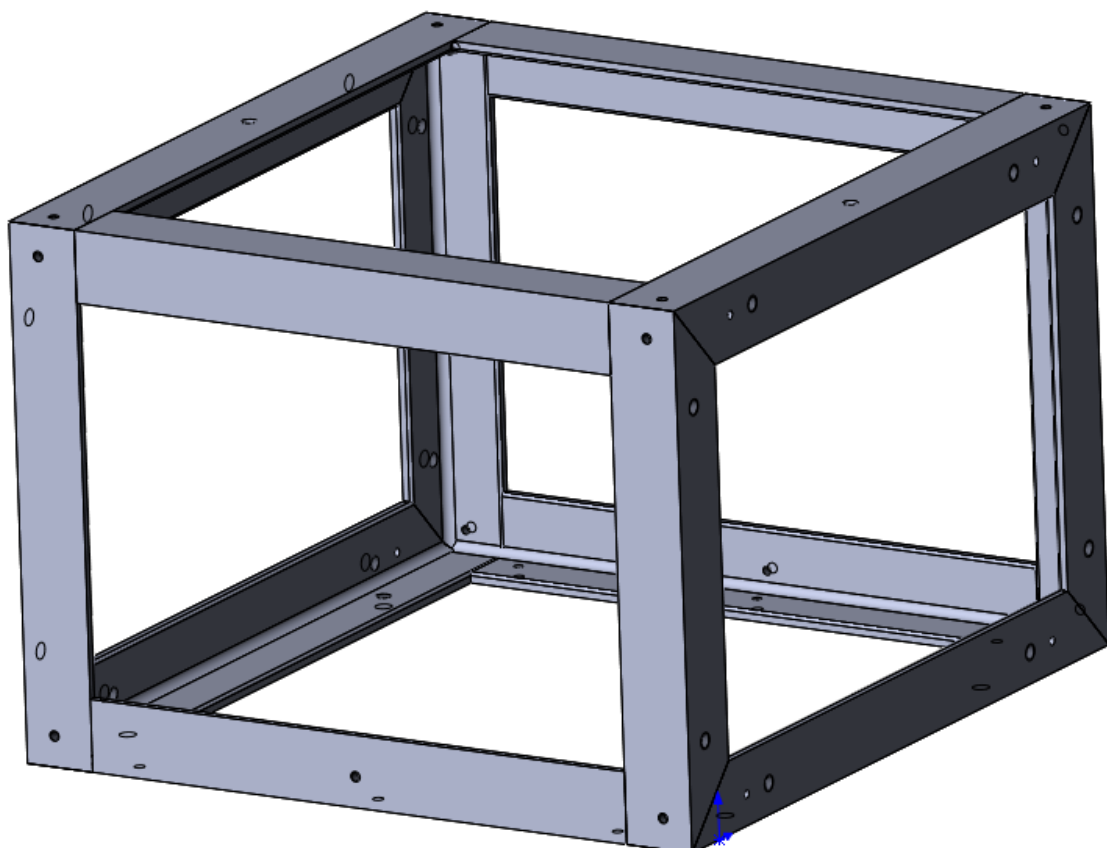


Рисунок 17. Рама корпуса коробки

Нижняя часть рамы будет закрыта пластиной толщиной 5 мм, на которой будут расположены натяжители ремней, обеспечивающие постоянное натяжение ремня. Остальные стороны будут закрыты тонкостенной крышкой, выполненной из стального листа толщиной 1.5 мм, не несущей нагрузки (Рисунок 18). Для установки коробки на испытательный стенд к нижней части рамы будут укреплены лапы, выполненные из стального листа толщиной 16 мм.

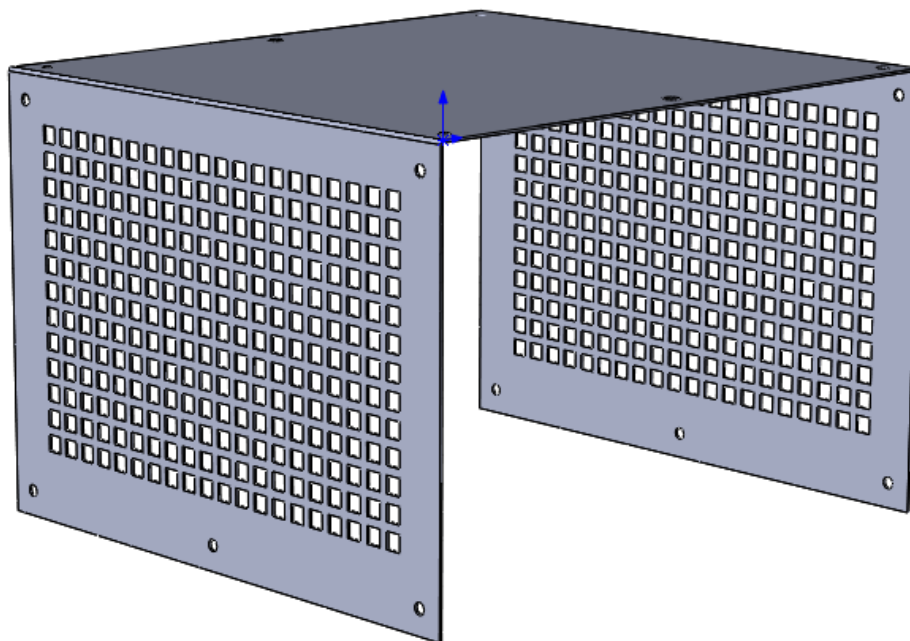


Рисунок 18. Крышка корпуса коробки.

Для обеспечения требуемого охлаждения электромагнитных фрикционных муфт в несущих стенках будут сделаны прорези. Циркуляция воздуха в коробке будет осуществляться благодаря движущимся на высокой скорости зубчатым ремням.

2.3.3 Выбор муфт

Для модернизированной коробки скоростей необходимо подобрать новые муфты. Выбор муфт производили на сайте emufta.ru [5]. Основным критерием при выборе муфты является передаваемый крутящий момент. Крутящий момент на входном валу, на котором установлены муфты, равен 146 Н*м, соответственно выбираем муфту ЭТМ 113С – 1Н.

Технические характеристики муфты:

$M_{\text{пн}}$ – 250 Нм / Номинальный передаваемый момент

U – 24 V / Номинальное напряжение катушки

P – 26,6 Вт / Мощность катушки при температуре 20 С

n (н) – 1500 об/мин / Номинальная частота вращения

n (макс) – 4000 об/мин / Предельная частота вращения

t (0,9) – 0,28 / время нарастания момента до $0,9 \times M_{\text{вн}}$

$t(0,1) - 0,08$ / время спадания момента до $0,1 M_{вн}$

Выбираем муфты, работающие в сухой среде. Охлаждение муфт будет производиться за счет циркуляции воздуха внутри коробки. Циркуляция будет осуществляться за счет высокой скорости движения зубчатого ремня и перфорированных стенок корпуса.

Данные муфты имеют ряд ограничений по условиям эксплуатации:

- Верхняя граница эффективной температуры работы муфты составляет 40°C .
- Максимальная высота над уровнем моря 1000м
- Невзрывоопасная окружающая среда без содержания активных паров или газов
- Невозможность попадания воды, масла или эмульсии
- Горизонтальное расположение оси
- Муфта должна работать в режиме включено/выключено, без длительного режима скольжения

Муфты изготавливаются в двух исполнениях: шлицевом и шпоночном. Для проектируемой коробки выберем шлицевой вариант. Шлицевое соединение позволяет передавать больший момент по сравнению со шпоночным соединением. Благодаря более точному центрированию в данном соединении ниже уровень вибрации.

2.3.4 Расчет валов на жесткость

Проведем проверочный расчет валов коробки скоростей на жесткость при кручении. Расчет будем проводить по справочнику конструктора-машиностроителя Анурьева [1].

Исходными данными для расчетов являются:

Крутящий момент M , диаметр валов d , длины участков валов l , модуль упругости при кручении для стали G .

1. Входной вал

- При работе в режиме стартера

$$I_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} = \frac{\pi \cdot 0,0445^4}{32} = 3,84 \cdot 10^{-7}$$

$$\varphi = \frac{M \cdot l}{G \cdot I_p} = \frac{146 \cdot 0,125}{77 \cdot 10^9 \cdot 3,84 \cdot 10^7} = 0,000616 \text{ рад} = 0,035^\circ$$

Условие жесткости для вала имеет вид:

$$\theta = \frac{M}{G \cdot I_p} \leq [\theta]$$

$$\theta = \frac{M}{G \cdot I_p} = \frac{146}{77 \cdot 10^9 \cdot 3,84 \cdot 10^7} = 0,28 \leq [0,5]$$

, где θ – относительный угол закручивания вала, $[\theta]$ – допускаемый относительный угол закручивания, рекомендуют принимать его значение равным 0,5 град/м.

- При работе в режиме генератора

$$I_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} = \frac{\pi \cdot 0,0445^4}{32} = 3,84 \cdot 10^{-7}$$

$$\varphi = \frac{M \cdot l}{G \cdot I_p} = \frac{146 \cdot 0,215}{77 \cdot 10^9 \cdot 3,84 \cdot 10^7} = 0,00106 \text{ рад} = 0,061^\circ$$

$$\theta = \frac{M}{G \cdot I_p} = \frac{146}{77 \cdot 10^9 \cdot 3,84 \cdot 10^7} = 0,28 \leq [0,5]$$

2. Выходной вал

- При работе в режиме стартера

$$I_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} = \frac{\pi \cdot 0,0395^4}{32} = 2,38 \cdot 10^{-7}$$

$$\varphi = \frac{M \cdot l}{G \cdot I_p} = \frac{61,4 \cdot 0,1604}{77 \cdot 10^9 \cdot 2,38 \cdot 10^7} = 0,000329 \text{ рад} = 0,019^\circ$$

$$\theta = \frac{M}{G \cdot I_p} = \frac{61,4}{77 \cdot 10^9 \cdot 2,38 \cdot 10^7} = 0,11 \leq [0,5]$$

- При работе в режиме генератора

$$I_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} = \frac{\pi \cdot 0,0395^4}{32} = 2,38 \cdot 10^{-7}$$

$$\varphi = \frac{M \cdot l}{G \cdot I_p} = \frac{182,7 \cdot 0,225}{77 \cdot 10^9 \cdot 2,38 \cdot 10^7} = 0,00139 \text{ рад} = 0,08^\circ$$

$$\theta = \frac{M}{G \cdot I_p} = \frac{61,4}{77 \cdot 10^9 \cdot 2,38 \cdot 10^7} = 0,36 \leq [0,5]$$

Проанализировав результаты, видим, что во всех случаях условие жесткости вала выполняется. Под действием вращающих моментов валы изгибаются незначительно.

2.3.5 Расчет подшипников

Проведем расчет подшипников валов на радиальную статическую и динамическую грузоподъемность, предельную частоту вращения, ресурс. Для расчетов воспользуемся Справочников конструктора-машиностроителя.

Расчет подшипников на радиальную статическую грузоподъемность

$$C_0 = f_0 \cdot i \cdot Z \cdot D_w^2 \cdot \cos \alpha = 16,3 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 7,938^2 \cdot 1 = 12325 \text{ Н}$$

, где f_0 - коэффициент, зависящий от геометрии подшипника [таблица 5, стр 110], i - количество рядов тел качения, Z - число шариков, D_w - диаметр шарика, α - номинальный угол контакта.

Расчет подшипников на радиальную динамическую грузоподъемность

$$C = b_m \cdot f_c \cdot (i \cdot \cos \alpha)^{0,7} \cdot Z^{2/3} \cdot D_w^{1,8}, \text{ при } D_w \text{ не более } 25,4 \text{ мм.}$$

, где b_m - коэффициент, характеризующий свойства стали, с учетом способа ее обработки.

$$C = 1 \cdot 52,8 \cdot (1)^{0,7} \cdot 12^{2/3} \cdot 7,938^{1,8} = 11520 \text{ Н}$$

Расчет предельной частоты вращения подшипников

Найдем предельную частоту вращения подшипника:

$$n_{\text{пр}} = \frac{(D_{pw} n) \cdot K}{D_{pw}} = \frac{5,5 * 10^5 * 1}{54} = 10200 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

, где D_{pw} – скоростной параметр, зависящий от типа подшипника, K – коэффициент, учитывающий воспринимаемую нагрузку, D_{pw} – диаметр окружности центров тел качения

Расчет ресурса подшипников

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^k = \left(\frac{11520}{460} \right)^3 = 15706 * 10^6 \text{ об.}$$

, где C - радиальная динамическая грузоподъемность, P – радиальное усилие, k – показатель степени, для шариковых подшипников равный 3.

количества изделий, включенных в процесс. В данной работе техпроцесс – мелкосерийный, что значит изготовления изделий с одним наименованием, исполнением и типоразмером.

3.2.1 Анализ технологичности конструкции детали

В ходе курсового проектирования, как и в случае производственных условий, должен быть проведен анализ любой конструкции (узел, компонент, машина, деталь). Целью данного анализа является выявление существующих недостатков по данным, которые можно найти в чертежах, технических требованиях. Так же целью анализа может служить повышение технологичности данной конструкции.

Для проведения технологического контроля чертежей, необходимо провести их тщательное изучение. Для получения полного представления о детали, необходимо, чтобы ее техническая документация включала в себя разрезы, проекции, сечения, предоставляющие ясное и четкое однозначное понятие о ее конфигурации, способах получения заготовки. Чертеж должен обязательно содержать в себе размеры, требуемые допуска, классы обрабатываемых поверхностей, допускаемые отклонения от правильности форм, взаиморасположения поверхностей. Информация об используемых материалах, применении термической обработки, используемых для защитных или декоративных целей покрытиях, массе детали и прочее. Можем сделать вывод, что технологический контроль представляет собой главнейший этап в процессе разработки технологического процесса. Технологический контроль позволяет в различных ситуациях выявить и уточнить изложенные ранее факторы.

Улучшения технических и экономических показателей в ходе разработки технологического процесса можно добиться с помощью проведения технологического анализа рассматриваемой конструкции.

Подытожив сказанное можно прийти к выводу, что проведение технологического анализа можно считать одним из самых значимых этапов технологического проектирования.

Анализируя деталь можно отметить ряд факторов:

- 1) Все размеры и требуемая точность обеспечивается на доступном технологическом оборудовании;
- 2) Обрабатываемые поверхности легкодоступны для режущего инструмента.

Отрицательными с точки зрения технологичности следует считать следующие факторы:

- 1) Высокая точность размера отверстия
- 2) Наличие фланца;
- 3) Высокой шероховатости отдельных поверхностей.

3.2.2 Выбор вида и способа получения заготовки

Главным при выборе заготовки является обеспечение заданного качества готовой детали при ее минимальной себестоимости. Себестоимость заготовки, вычисленная по калькуляции заготовительного цеха и себестоимость ее последующей обработки для достижения заданных требований качества по чертежу, составляют в сумме общую себестоимость детали. Для осуществления выбора заготовки следует принять во внимание следующие факторы: форма детали, размеры детали, исходный применяемый материал, доступное технологическое оборудование, вид и тип производства.

В наши дни существует огромное множество видов и способов получения заготовок. Одной из особенностей, характеризующих мелкосерийное производство является тот факт, что при получении детали, большая часть металла заготовки превращается в стружку, в ходе снятия напуска, так как форма заготовки очень далека от формы готовой детали.

Исходя из проведенного анализа чертежа рассматриваемой детали, делаем вывод, что в качестве заготовки будем использовать прокат в виде прутка.

Выбираем сортовой горячекатаный прокат круглой формы, изготовленный из стали Сталь 45 диаметром 95 мм обычной точности по ГОСТ 2590-71.

При использовании в качестве заготовки сортового круглого проката, размеры и форма заготовки будут относительно схожи с размерами и формой рассматриваемой детали. Также горячекатаный сортовой прокат имеет однородную структуру, что дает нам повод говорить об однородности механических свойств.

Помимо проката, можно использовать штамповку из сортового проката для получения заготовки. Это позволит максимально приблизить форму заготовки в форме готовой детали. Однако это более эффективно в более масштабном производстве.

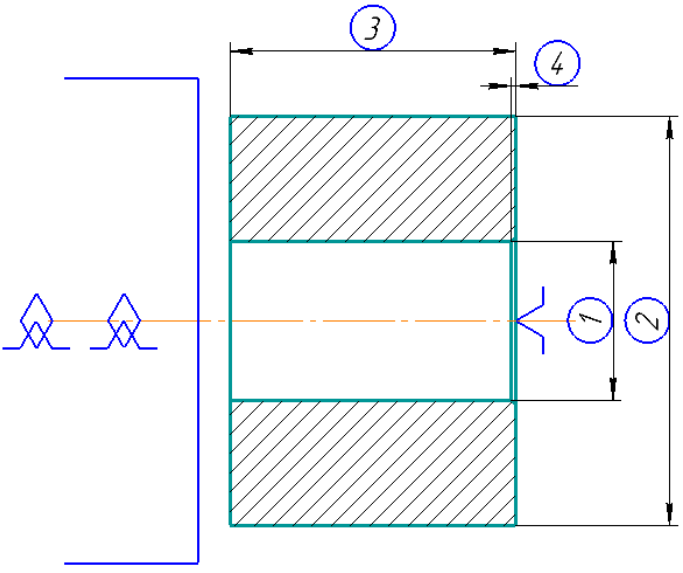
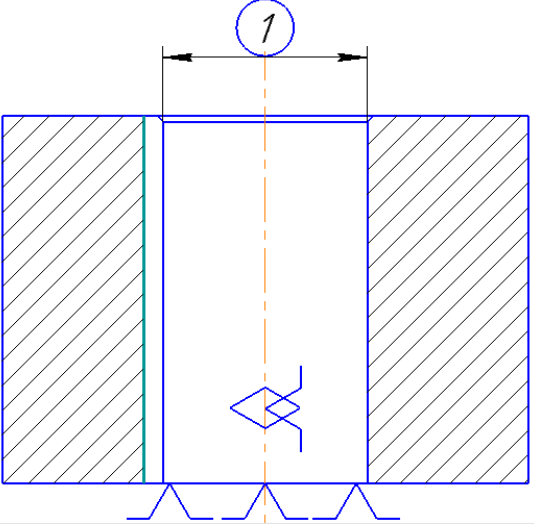
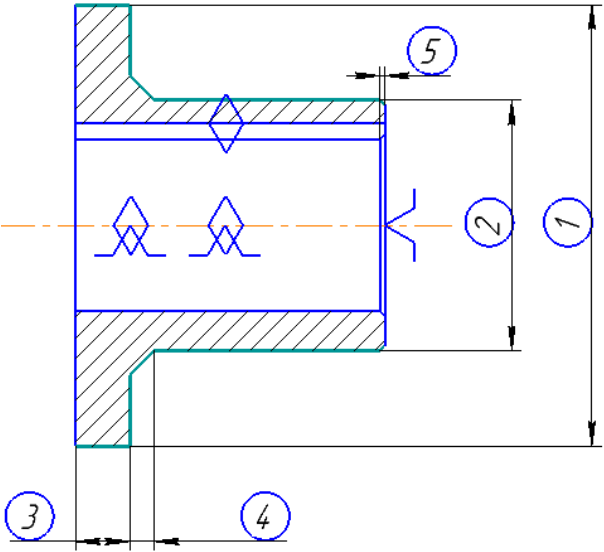
3.2.3 Составление технологического маршрута

В качестве входных данных для составления технологического маршрута будем использовать конструкторский чертеж, включающий в себя установленные требования к детали и вид производства.

Представим проектируемый маршрут обработки в виде табл. 1 согласно ГОСТ 3.1107-81 [с.49 1]. Идеальные опорные точки обозначаются в соответствии с ГОСТ 21495-76.

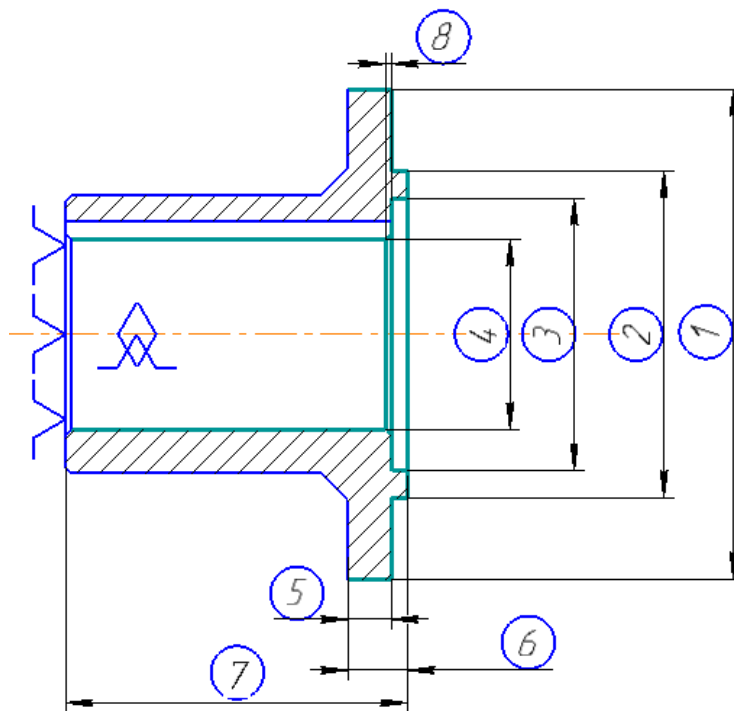
Таблица 1

Наименование операций и переходы	Операционный эскиз
----------------------------------	--------------------

<p><u>005 Заготовительная</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить пруток в трехкулачковом патроне 2. Точить цилиндр 2 начерно 3. Центровать, сверлить, рассверлить, расточить отверстие 1 4. Отрезать заготовку, выдерживая размер 3 	
<p><u>010 Долбежная</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить деталь в трехкулачковом патроне. Установить патрон на стол долбежного станка. 2. Долбить паз, выдерживая размер 1 	
<p><u>015 Токарная</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установить деталь на оправку со шпонкой. Установить оправку в центра. 2. Обточить наружные поверхности начерно, выдерживая размеры 1,2,3,4. Точить фаски начерно. 	

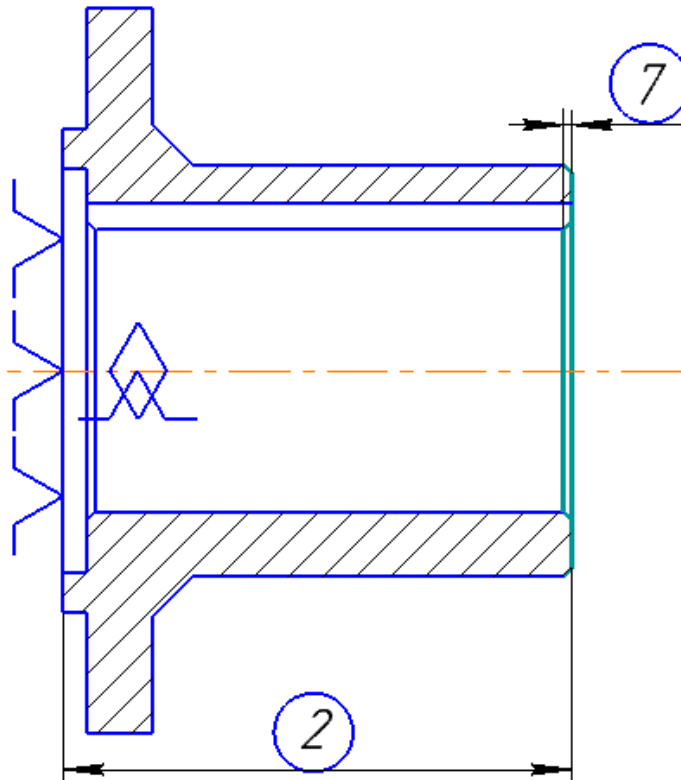
025 Токарная

1. Установить и закрепить деталь в трехкулачковом патроне.
2. Точить отверстие начерно, выдерживая размер 4
3. Точить торец, выдерживая размеры 2,3,5,6,7. Точить наружный диаметр, выдерживая размер 1; Обточить фаску
4. Точить отверстие начисто, выдерживая размер 4.



025 Токарная

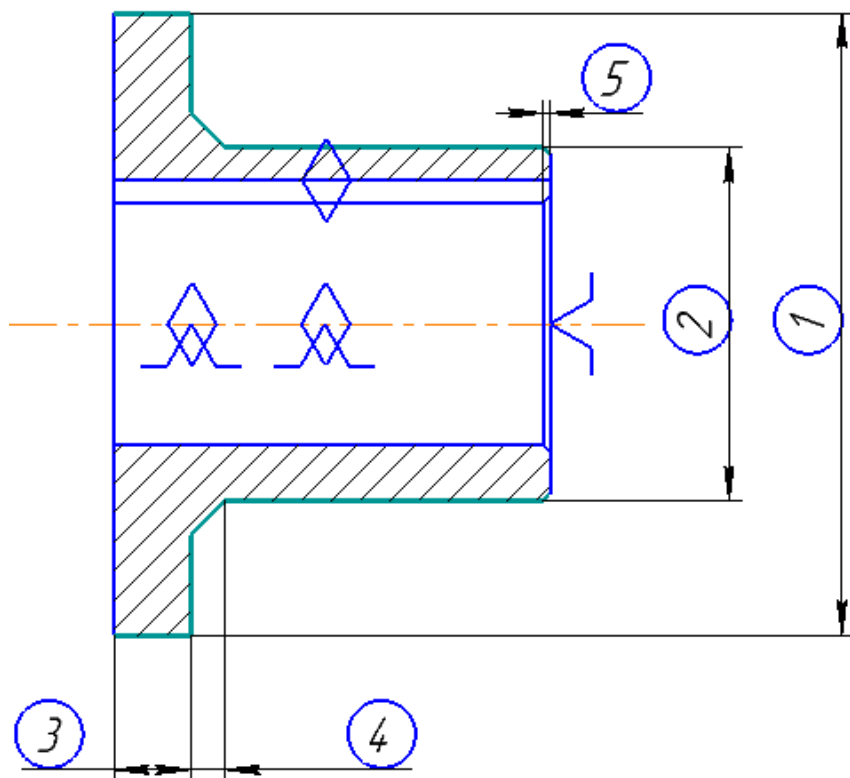
1. Установить и закрепить деталь в трехкулачковом патроне.
2. Обточить торец начисто, выдерживая размер 2.
3. Обточить фаски начисто



030 Токарная

1. Установить деталь на оправку со шпонкой. Установить оправку в центра.

2. Обточить наружные поверхности начисто, выдерживая размеры 1,2,3,4. Точить фаски начисто.



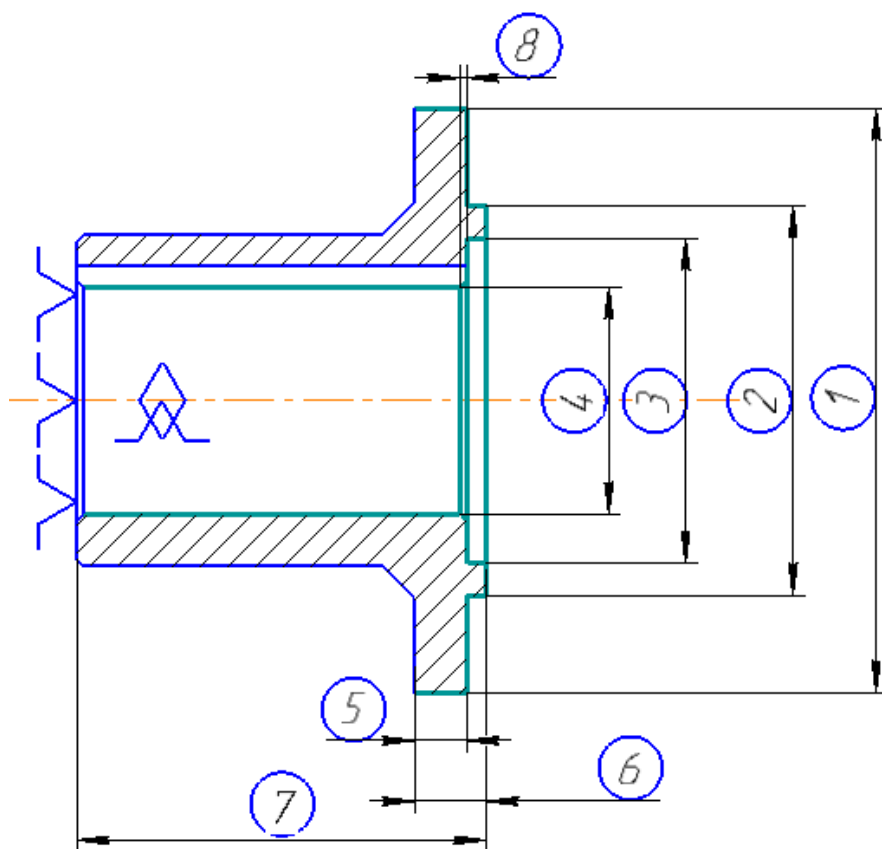
035 Токарная

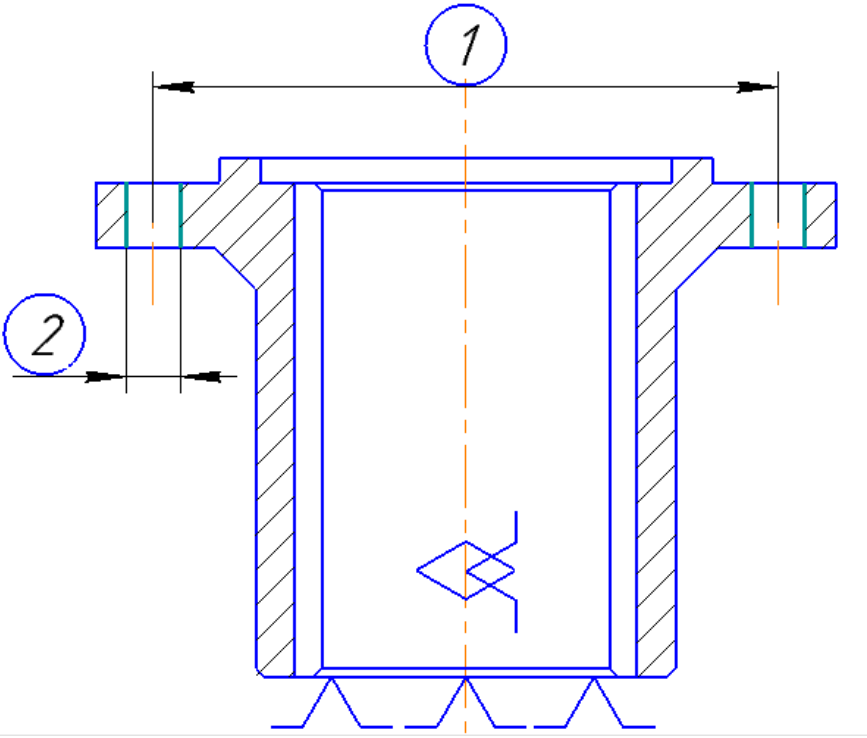
1. Установить и закрепить деталь в трехкулачковом патроне.

2. Точить торец начисто, выдерживая размеры 2,3,5,6,7.

3. Точить наружный диаметр начисто, выдерживая размер 1. Обточить фаску начисто

4. Тонко точить отверстие, выдерживая размер 4



<p><u>040 Сверлильная</u></p> <p>1. Установить и закрепить деталь в трехкулачковом патроне.</p> <p>2. Сверлить отверстия.</p>	
<p><u>045 Контроль</u></p> <p>1. Выборочный контроль параметров</p>	

3.2.4 Расчет припусков на обработку для размера 35H7(+0,025) мм

Одним из путей снижения себестоимости проектируемого техпроцесса является проведение размерного анализа.

Проводя размерный анализ мы получаем возможность решить следующие задачи:

- установление обоснованных допусков и размеров на каждой технологической операции;
- установление обоснованных припусков на обработку каждой технологической операции;
- обеспечение проектирования технологического процесса с минимальным количеством технологических операций.

Согласно заданию, проведем размерный анализ для отверстия $\varnothing 35H7$.

Назначим допуски в соответствии с табл. 5 [с.11. 1]. Расчет припуска дается ГОСТ 31109-82. Существует два метода расчета минимального припуска: опытно-статистический; расчетно-аналитический (ГОСТ 7505-74; 7062-79; 7829-70). Расчетно-аналитический метод состоит в расчете припусков по всем технологическим переходам обработки поверхности, последовательно выполняемым в ходе обработки (промежуточные припуски, суммирование промежуточных припусков с тем, чтобы определить общий припуск на обработку поверхности и произвести расчет промежуточных размеров, которые определяют поверхности, и размеров заготовки). Используя данный метод, можем сократить отход металла в стружку, в сравнении со значениями, приведенными в таблице, так же можем составить единую систему припусков на обработку, размеров деталей по технологическим переходам, заготовок. Итогом применения данного метода является повышение культуры технологического производства.

Внесем обрабатываемую поверхность заготовки, технологические переходы обработки в том порядке, в котором происходило их выполнение по элементарной поверхности, начиная от заготовки и заканчивая финальной обработкой.

Выберем значения R_z и h по табл.1 [с.180. 1] для заготовительной операции, выбор для остальных операций следует производить по табл.5 [с.11. 1].

Составляющие погрешности установки ε_y : погрешность базирования (при совпадении технологических баз с конструкторскими $\varepsilon_b = 0$), погрешность закрепления (примем в нашей ситуации $\varepsilon_z = 0$) и погрешности приспособления ($\varepsilon_{пр} \approx 0$), можем видеть, что для всех операций $\varepsilon_{уст} \approx 0$. Произведем расчет минимального припуска.

Формула для расчета минимального припуска, в случае обработки наружных и внутренних поверхностей имеет вид:

$$2z_{i\min} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta^2_{\Sigma i-1} + \Delta_i^2} \right]$$

Таблица 2

Технологические переходы обработки поверхности 35Н7(+0,025).	Элементы припуска, мкм				Расчетный мин припуск, мкм	Расчетный макс размер, мм	Допуск, мкм	Предварительный размер, мм		Предельные значения припуска, мкм	
	Rz	T	ρ	ε				D _{min}	D _{max}	Z _{min}	Z _{max}
Снятие напуска	125	50	0	0	-	32,620	620	32	32,620	-	-
Черновая	63	30	0	0	175	34,812	160	34,524	34,812	2906	3594
Чистовая	16	10	0	0	93	34,998	62	34,896	34,998	68	211
Тонкая	6,3	5	0	0	26	35,025	25	35	35,025	25	51
Общие припуски										2999	3856

В качестве заготовки используем горячекатаный прокат Ø 95мм с отверстием, предварительно расточенным до размера Ø 32 Н7. Технологический маршрут обработки данного диаметрального размера состоит из 3 переходов: чернового, чистового и тонкого точения.

Так как заготовка устанавливается в самоцентрирующийся трехкулачковый патрон, погрешность установки и закрепления принимаем равной нулю и не учитываем в расчетах.

Для заготовительной операции выбираем параметры [с.180 1], а для стальных операций – по табл.27 [с.190 1].

Расчет припуска дается ГОСТ 31109-82. Методами расчета минимального припуска являются два метода: опытно-статистический; расчетно-аналитический (ГОСТ 7505-74; 7062-79; 7829-70).

$2Z_{imin} = 2((Rz + h)_{i-1} + \rho_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i)$ минимальный припуск на обработку

где Rz_{i-1} – высота неровностей профиля на предшествующем переходе;

h_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе;

$\rho_{\Sigma i-1}$ – суммарные отклонения расположения поверхности;

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2}, \quad \text{где } \varepsilon_6 - \text{погрешность базирования; } \varepsilon_3 -$$

погрешность закрепления, $\varepsilon_{\text{пр}}$ – погрешность приспособления. [2, с 32]

Погрешность базирования равна нулю, так как патрон самоцентрирующийся, погрешность приспособления принимают равной нулю.

Расчет минимальных припусков на обработку:

$$2z_{imin} = 2((Rz + h)_{i-1} + \rho_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i)$$

$z_{1min} = 125 + 50 = 175$ мкм – припуск на первый (черновой) переход.

$z_{2min} = 63 + 30 = 93$ мкм – припуск на второй (чистовой) переход;

$z_{3min} = 16 + 10 = 26$ мкм – припуск на третий (тонкое точение) переход.

Расчет максимальных припусков на чистовую обработку на сторону:

$$z_{imax} = z_{imin} + \delta$$

$z_{2max} = 140 + 150 = 290$ мкм – припуск на второй (чистовой) переход;

$z_{3max} = 56 + 80 = 136$ мкм – припуск на третий (тонкий) переход.

Расчет на черновой переход не производим, так как величина может отличаться и будет получена в результате размерного анализа.

Зададим допуски на припуски из табл.2.1 [с.17. 2] и рассчитаем.

С использованием размерных цепей определим отклонения для технологических размеров.

Проведем расчет размерной цепи для последнего припуска.

Расчет припуска на последний переход

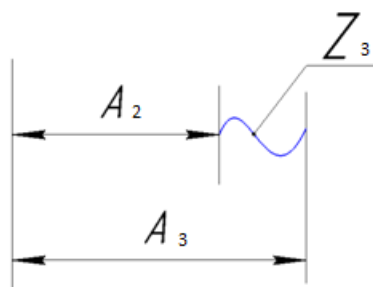


Рисунок 20. Размерная цепь для припуска на последний переход.

$A_3 = 35 (+0,025)$ мм, так как размер совпадает с конструкторским размером.

Минимальная величина припуска $Z_3 = 26$ мкм $TZ_3 = 25$ мкм

Примем замыкающее звено Z_3 уменьшающим, тогда и A_2 звено размерной цепи будет уменьшающим, а интересующее звено A_3 будет увеличивающим.

Определим номинальное значение размера A_2 из уравнения:

$$Z_3 = A_3 - A_2$$

$$A_2 = A_3 - Z_3 = 35 - 0,026 = 26,556 \text{ мм}$$

Верхнее отклонение размера определится следующим образом:

$$esA_2 = esA_3 - eiZ_3 = 25 - 0 = 25 \text{ мкм}$$

Нижнее отклонение размера определится следующим образом:

$$eiA_2 = eiA_3 - esZ_3 = 0 - 0 = 0 \text{ мкм}$$

$$A_2 = 34,974^{+0,025}_0$$

Проведем проверку. Из наибольшего предельного размера, пришедшего на обработку, вычтем наименьший предельный размер, который можно получить на данном переходе. В результате этих действий должны получить величину наибольшего припуска.

$$z_{max} = \sum A_{увел. max} - \sum A_{ум. min}$$

$$A_3 + esA_3 - A_2 - eiA_2 = 35 + 0,025 - 34,974 - 0 = 0,051 \text{ мм} = 51 \text{ мкм}$$

Наибольшее значение припуска на данной операции 51 мкм, значения сошлись.

$$Z_{min} = \sum A_{увел.min} - \sum A_{ум.мах}$$

$$A_3 + eiA_3 - A_2 - esA_2 = 35 + 0 - 34.974 - 0.025 = 0,025$$

Расчет припуска на второй переход

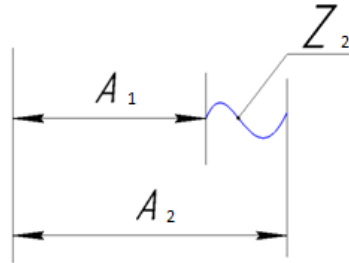


Рисунок 21. Размерная схема для припуска на второй переход

$A_3 = 35 (+0,025)$ мм, так как размер совпадает с конструкторским размером.

Минимальная величина припуска $Z_3 = 93$ мкм $TZ_3 = 62$ мкм

Примем замыкающее звено Z_2 уменьшающим, тогда и A_1 звено размерной цепи будет уменьшающим, а интересующее звено A_2 будет увеличивающим.

Определим номинальное значение размера A_1 из уравнения:

$$Z_2 = A_2 - A_1$$

$$A_1 = A_2 - Z_2 = 34,974 - 0,093 = 34,881 \text{ мм}$$

Верхнее отклонение размера определится следующим образом:

$$esA_1 = esA_2 - eiZ_2 = 0,025 - 0 = 25 \text{ мкм}$$

Нижнее отклонение размера определится следующим образом:

$$eiA_1 = eiA_2 - esZ_2 = 0 - 93 = -93 \text{ мкм}$$

$$A_1 = 34,881^{+0,025}_{-0,093}$$

Проведем проверку. Из наибольшего предельного размера, пришедшего на обработку, вычтем наименьший предельный размер, который можно получить на данном переходе. В результате этих действий должны получить величину наибольшего припуска.

$$Z_{max} = \sum A_{увел.мах} - \sum A_{ум.min}$$

$$A_3 + esA_3 - A_2 - eiA_2 = 34,974 + 0,025 - 34,881 + 0,093 = 0,211 \text{ мм}$$

$$= 51 \text{ мкм}$$

Наибольшее значение припуска на данной операции 51 мкм, значения сошлись.

$$Z_{min} = \sum A_{увел.min} - \sum A_{ум.мах}$$

$$A_2 + eiA_2 - A_1 - esA_1 = 34,974 + 0 - 34,881 - 0,025 = 0,068$$

Расчет припуска на первый переход

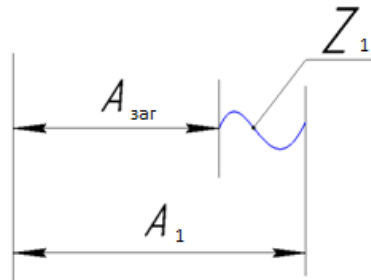


Рисунок 22. Размерная схема для припуска на первый переход.

$$A_1 = 34,881^{+0,025}_{-0,093} \text{ мм.}$$

Минимальная величина припуска $Z_3 = 175 \text{ мкм}$ $TZ_3 = 620 \text{ мкм}$

Так как это первый припуск и допуск на размер заготовки задан, а так же посчитаны размеры на последующие припуски для чистовых операций, проведем расчет припуска на черновую операцию.

Примем замыкающее звено уменьшающим, тогда и звено размерной цепи будет уменьшающим, а интересующее звено будет увеличивающим.

$$Z_1 = A_1 - A_{заг}$$

$$Z_1 = A_1 - A_{заг} = 34,881 - 32 = 2,881 \text{ мм}$$

Верхнее отклонение размера определится следующим образом:

$$esZ_1 = esA_{заг} - eiA_1 = 620 + 93 = 713 \text{ мкм}$$

Нижнее отклонение размера определится следующим образом:

$$eiZ_1 = eiA_{заг} - esA_1 = 0 - 25 = 25 \text{ мкм}$$

$$Z_1 = 2,881^{+0,713}_{+0,025}$$

3.2.5 Выбор режущего инструмента и расчет режимов резания

Черновая обработка внутренней цилиндрической поверхности

Инструмент:

Sandvik coromant DCMT 11 T3 12-PR 4325и A20S-SDXCR 11-R

Геометрия твердосплавной пластины:

Радиус при вершине – $r = 1,2$ мм;

Угол при вершине – $\varepsilon = 55$ градусов;

Главный угол в плане – $\varphi = 72,5$ градусов;

Угол наклона режущей кромки – $\lambda = 6$ градусов;

Главный передний угол – $\gamma = 7$ градусов.

Точить поверхность Ø32 до Ø 34,762. Точим за один проход.

Скорость резания. $V = \frac{C_V K_v}{T^m t^x S^y}$ [3, с 265]

Глубина $t = 1,44$ мм, подача на оборот $S = 0,7$ мм/об [3, с 268]

Стойкость инструмента $T=20$ мин.

$C_v=350$; $m=0,2$; $x=0,15$; $y=0,35$. таб. 17 [3, с 269]

$$K_{mV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{nV} = \left(\frac{750}{600} \right)^1 = 1,477$$

$K_V = K_{MV} K_{пV} K_{иV} = 1,477 * 0,9 * 1 = 1,3$ [3, с 265]

Скорость резания: $V = \frac{350 * 1,3}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{350 * 1,3}{20^{0,2} 1,44^{0,15} 0,7^{0,35}} = 268 \text{ м/мин}$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi d_{заг}} = \frac{1000 * 268}{\pi * 34,8} = 2452 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Сила резания:

$$P_Z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p = 10 * 300 * 1,44^1 * 0,7^{0,75} * 268^{-0,15} * 0,84 \\ = 1200 \text{ Н} [3, с 271]$$

Коэффициенты и показатели по табл.22 [3, с 271].

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} = 0,9 * 1 * 0,94 * 1 = 0,84 [3, с 271]$$

коэффициенты, учитывающие параметры инструментов по табл. 23 [3, с 275].

$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{n_v} = \left(\frac{600}{750}\right)^{0,5} = 0,9$ – коэффициент, учитывающий качество материала по табл. 9 [8, с 264].

Мощность резания: S

$$N_{pez} = \frac{P_Z * V}{1020 * 60} = \frac{1200 * 268}{1020 * 60} = 5,25 \text{ [3, с 271]}$$

Требуемая мощность привода станка:

$$N = \frac{N_{pez}}{\eta} = \frac{5,25}{0,85} = 6,18 \text{ кВт}$$

Черновая обработка наружного цилиндра

Инструмент:

Sandvik coromant SNMG 09 03 08-PM 4325 и DSDNN 2020K 12

Геометрия твердосплавной пластины:

Радиус при вершине – $r = 1,2$ мм;

Угол при вершине – $\varepsilon = 90$ градусов;

Главный угол в плане – $\varphi = 45$ градусов;

Угол наклона режущей кромки – $\lambda = 6$ градусов;

Главный передний угол – $\gamma = 8$ градусов.

Точить поверхность Ø92 до Ø 90h12. Точим за один проход.

$$\text{Скорость резания. } V = \frac{350 * 1,3}{T^m t^x S^y} = \frac{350 * 1,3}{20^{0,2} 1^{0,15} 0,5^{0,35}} = 318 \text{ м/мин}$$

[3, с 265]

Глубина $t = 1$ мм, подача на оборот $S = 0,5$ мм/об [3, с 268]

Стойкость инструмента $T = 20$ мин.

$C_v = 340$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$. таб. 17 [3, с 269]

$$K_{mV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{nV} = \left(\frac{750}{600}\right)^1 = 1,477$$

$$K_V = K_{MV} K_{NV} K_{IV} = [3, с 265]$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi d_{заг}} = \frac{1000 * 318}{\pi * 92} = 1102 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Сила резания:

$$P_Z = 10C_p t^x S^y V^n K_p = 10 * 300 * 1^1 * 0,5^{0,75} * 318^{-0,15} * 0,84 \\ = 631 \text{ H [3, с 271]}$$

Коэффициенты и показатели по табл.22 [3, с 271].

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} = 0,9 * 1 * 0,94 * 1 = 0,84 \text{ [3, с 271]}$$

коэффициенты, учитывающие параметры инструментов по табл. 23 [3, с 275].

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{n_v} = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,5} = 0,9 \quad - \quad \text{коэффициент, учитывающий}$$

качество материала по табл. 9 [8, с 264].

Мощность резания:

$$N_{рез} = \frac{P_Z * V}{1020 * 60} = \frac{1504 * 168}{1020 * 60} = 4,13 \text{ [3, с 271]}$$

Требуемая мощность привода станка:

$$N = \frac{N_{рез}}{\eta} = \frac{3,34}{0,85} = 4,86 \text{ кВт}$$

Черновая обработка торца

Инструмент:

Sandvik coromant SNMG 15 06 24-PR 4325 и DSSNR 2525M 15

Геометрия твердосплавной пластины:

Радиус при вершине – $r = 2,38$ мм;

Угол при вершине – $\varepsilon = 90$ градусов;

Главный угол в плане – $\varphi = 45$ градусов;

Угол наклона режущей кромки – $\lambda = 6$ градусов;

Главный передний угол – $\gamma = 7$ градусов.

Глубина $t = 0,4$ мм, подача на оборот $S = 0,5$ мм/об [3, с 268]

Стойкость инструмента $T = 20$ мин.

$C_v=340$; $m=0,2$; $x=0,15$; $y=0,45$. таб. 17 [3, с 269]

$$K_{mV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = \left(\frac{750}{600} \right)^1 = 1,477$$

$$K_V = K_{MV} K_{пV} K_{IV} = 1,477 * 0,9 * 1 = 1,3 \text{ [3, с 265]}$$

$$\text{Скорость резания. } V = \frac{350 * 1,3}{T^m t^x S^y} = \frac{350 * 1,3}{20^{0,2} 1^{0,15} 0,5^{0,35}} = 323 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя: 20

$$n = \frac{1000 * V}{\pi d_{заг}} = \frac{1000 * 323}{\pi * 60} = 1715 \frac{об}{мин}$$

Сила резания:

$$P_Z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p = 10 * 300 * 0.4^1 * 0.5^{0.75} * 323^{-0.15} * 0.94 \\ = 209 \text{ Н} [3, с 271]$$

Коэффициенты и показатели по табл.22 [3, с 271].

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} = 0.9 * 1 * 0.94 * 1 = 0.84 [3, с 271] \quad -$$

коэффициенты, учитывающие параметры инструментов по табл. 23 [3, с 275].

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{n_v} = \left(\frac{600}{750} \right)^{0.5} = 0.9 \quad - \quad \text{коэффициент, учитывающий} \\ \text{качество материала по табл. 9 [8, с 264].}$$

Мощность резания:

$$N_{рез} = \frac{P_Z * V}{1020 * 60} = \frac{209 * 323}{1020 * 60} = 1.1 \text{ кВт} [3, с 271]$$

Требуемая мощность привода станка:

$$N = \frac{N_{рез}}{\eta} = \frac{1.1}{0.85} = 1.3 \text{ кВт}$$

3.2.6 Выбор оборудования

Принимая во внимание необходимую для обработки мощность и величину диаметра обрабатываемой заготовки по табл. 9 [2.стр.16] выбираем станок с ЧПУ модели 16K20Ф3.

Технические характеристики станка 16K20Ф3 представлены в Таблица 3

Таблица 3. Технические характеристики.

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над станиной	400
Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над суппортом	220
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки	1000
Шаг нарезаемой резьбы: метрической	До 20
Частота вращения шпинделя, об/мин	12,5-2500

Число скоростей шпинделя	22
Наибольшее перемещение суппорта продольное	900
Наибольшее перемещение суппорта поперечное	250
Подача суппорта продольная, мм/мин	3-1200
Подача суппорта поперечная, мм/мин	1,5-600
Число ступеней подач	Б/с
Скорость быстрого перемещения суппорта продольного, мм/мин	4800
Скорость быстрого перемещения суппорта поперечного, мм/мин	2400
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	10

3.2.7 Составление программы в G-кодах

%

N0 M40- третий диапазон частот вращения

N1 M3 S318 – включение шпинделя с частотой вращения 318 об/мин

N2 Z-3000- ускоренное перемещение по двум координатам

N3 X-3500 - ускоренное перемещение по двум координатам

N4 F70 - подача 0,7 мм/об

N5 Z-1500 – черновое точение цилиндра

N6 X0 – черновое точение цилиндра

N7 Z4500 - ускоренное перемещение по двум координатам

N8 X2500 - ускоренное перемещение по двум координатам

N9 T2 - смена инструмента

N10 Z-3040 - ускоренное перемещение по двум координатам

N11 X4800- ускоренное перемещение по двум координатам

N12 S1715 – включение шпинделя с частотой вращения 1715 об/мин

N13 F50 - подача 0,5 мм/об

N14 Z0 – черновое точение торца

N15 X-900 – черновое точение торца
N16 Z3040- ускоренное перемещение по двум координатам
N17 X5700- ускоренное перемещение по двум координатам
N18 T3 - смена инструмента
N19 Z-2500 - ускоренное перемещение по двум координатам
N20 X-6256 - ускоренное перемещение по двум координатам
N21 S2452– включение шпинделя с частотой вращения 2452 об/мин
N22 F70 - подача 0,7 мм/об
N23 Z-7300– черновое точение
N24 X0 – черновое точение
N25 Z-0200 - ускоренное перемещение по двум координатам
N26 X0 - ускоренное перемещение по двум координатам
N27 Z7300- ускоренное перемещение по двум координатам
N28 X0 - ускоренное перемещение по двум координатам
N29 Z2500- ускоренное перемещение по двум координатам
N30 X6456- ускоренное перемещение по двум координатам
N31 M5- отключение шпинделя
N32 M30- конец программ

%

3.3 Нормирование технологических переходов, операций

Для установления обоснованной технической нормы расхода производственных ресурсов, а именно энергии, рабочего времени, сырья, инструментов, материалов и прочее применяют техническое нормирование.

Согласно ГОСТ 3.1109-82 описываются основы технологического нормирования. Выделим следующие важные цели нормирования:

- грамотно разработанный технологический процесс;
- минимальная себестоимость изготовления детали;
- минимальная трудоемкость изготовления детали.

Для регламентирования времени выполнения некоего объема работ при установленных производственных условиях при различном количестве исполнителей, обладающих требуемой квалификацией применяют норму времени.

Предоставляемую на обработку отдельных поверхностей или всей детали в целом норму времени для конкретной технологической операции называют нормой штучного времени. Она в свою очередь складывается из:

- основного (машинного) или технологического времени;
- вспомогательного времени;
- времени обслуживания рабочего места;
- времени перерывов на отдых и физиологические потребности.

Проведем нормирование для операции 015. В качестве цели нормирования примем расчет штучного времени. Нормы времени определяются согласно расчетно-технологической карте, приведенной в графической часть курсового проекта)

3.3.1 Расчет основного времени

На основе РТК составим таблицу, в которой отобразим траектории движения инструмента. Утолщенными линиями отобразим траекторию перемещения на рабочих подачах. Для расчета перемещения на холостых ходах будем рассматривать наибольшую проекцию траектории, так как она

$$T_0 = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{n_i S_i} i$$

где T_0 – машинное время для всех переходов, мин;

L_i – путь, пройденный i -м инструментом на рабочей подаче, мм;

S_i – рабочая подача для i -го инструмента, мм/об;

n_i – рабочая частота вращения шпинделя, об/мин;

i – число проходов i -го инструмента.

$$T_0 = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{n_i S_i} i = \frac{8}{1102 * 0,7} + \frac{63}{0,7 * 2452} + \frac{5}{0,5 * 954} = 0,056 \text{ мин}$$

3.3.2 Расчет вспомогательного времени

Величина партии деталей 20 шт.

Вспомогательное время на установку и снятие детали – $t_y = 0,3$ [5, с 131] мин.

Определение времени, требующегося на холостые ходы и смену инструмента:

$$T_{XX} = \frac{\sum L_{XXi}}{S_{XX}} + T_{см.ин.}$$

где T_{XX} – время на холостые перемещения, мин;

L_{XXi} – путь пройденный i -м инструментом на холостом ходу, мм;

S_{XX} – скорость холостых ходов, мм/об;

i – число холостых ходов i -го инструмента;

$T_{см.ин.}$ – время смены инструмента, мин; $T_{см.ин.} = 0,05$ мин.

$$T_{XX} = \frac{\sum L_{XXi}}{S_{XX}} + T_{см.ин.} = \frac{42,5 + 121 + 213}{2400} = 0,18 \text{ мин}$$

Время на поворот резцедержателя $T_{np} = 0,04 \cdot 2 = 0,8 \text{ мин}$

Тогда:

$$T_a = \sum T_o + \sum T_{xx} + T_{np} = 0,056 + 0,18 + 0,8 = 1,03 \text{ мин}$$

Время на контрольные измерения $t_{изм} = 0,19 \cdot 10 = 1,9 \text{ мин}$. Время на установку заготовки $t_{уст} = 0,5 \text{ мин}$.

$$T_{\epsilon} = t_{уст} + t_{изм} = 0,5 + 1,9 = 2,4 \text{ мин}$$

$$k_{tB} = 1; k = 5\%$$

$$T_{ВСП} = T_{\epsilon} \cdot k_{tB} = 2,4 \cdot 1 = 2,4 \text{ мин}$$

Штучное время рассчитаем по формуле:

$$T_{um} = (T_a + T_{BCП}) \left(1 + \frac{k}{20}\right) = (1,03 + 2,4) \cdot 1,25 = 4,29 \text{ мин}$$

$$T_{ук} = T_{um} + \frac{T_{нз}}{N}$$

где $T_{нз}$ – норма подготовительно заключительного времени, которая определяется как сумма слагаемых:

- а) Времени на наладку станка, зависящего от способа установки детали и количества инструментов, участвующих в выполнении операции;
- б) Времени, затрачиваемого в случаях работы с каким-либо дополнительным, нерегулярно встречающимся в работе приспособлением или устройством, предусмотренным технологическим устройством на данную операцию.

Определим $T_{нз}$ по карте 49 [5, с. 135]. Получаем:

$$T_{нз} = 19 \text{ мин}$$

Тогда:

$$T_{ук} = T_{um} + \frac{T_{нз}}{N} = 4,29 + \frac{19}{20} = 5,24 \text{ мин}$$

3.4 Расчет усилия зажима приспособления

Выбранное приспособление для обработки заготовки – трехкулачковый самоцентрирующий патрон. Заготовка базируется с упором в торец, соответственно необходимо рассчитать силу, которую приложить для предотвращения проворота заготовки в приспособлении на один кулачок.

$$Q = \frac{KM}{3fR}, \text{ где}$$

K – коэффициент запаса;

M – крутящий момент;

R – радиус заготовки;

f – коэффициент трения заготовки о поверхности кулачков.

$$M = \frac{N_{рез} * 10^3 * 60}{2 * \pi * n} = \frac{5,25 * 10^3 * 60}{2 * \pi * 2452} = 20,5 \text{ Н} * \text{м}, \text{ где}$$

$N_{рез}$ – мощность резания для черновой операции (кВт);

n – частота вращения шпинделя (об/мин);

$$Q = \frac{KM}{3fR} = \frac{1,95 * 20,5}{3 * 0,25 * 0,017} = 3037 \text{ Н}$$

Коэффициент запаса рассчитывается под конкретные условия:

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 = 1,5 * 1 * 1 * 1 * 1,3 * 1 = 1,95 [4, с 164], \text{ где}$$

$K_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент для всех случаев;

$K_1 = 1$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности;

$K_2 = 1$ – коэффициент, учитывающий затупление инструмента в процессе работы на черновой операции;

$K_3 = 1$ – коэффициент, учитывающий увеличение силы при прерывистом резании;

$K_4 = 1,3$ – коэффициент, учитывающий постоянство силы зажима при ручном зажиме и удобном расположении рукояток;

$K_5 = 1$ – коэффициент, учитывающийся при наличии крутящих моментов, с ограниченной поверхностью контакта заготовки;

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Н21	Оброкову Олегу Александровичу

Институт	Институт кибернетики	Кафедра	Автоматизации и роботизации в машиностроении
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.05 «конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных, человеческих; 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов; 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчисления, дисконтирования и кредитования.	Проведение комплексного SWOT-анализа коробки скоростей испытательного стенда для исследования внешней и внутренней среды проекта.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.	1. Выявление и описание сильных и слабых сторон изделия, а также возможностей и угроз. 2. Выявление соответствия сильных и слабых сторон изделия внешним условиям окружающей среды. 3. Анализ результатов.
Перечень графического материала:	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. МЕН	Николаенко Валентин Сергеевич	—		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н21	Оброков Олег Александрович		

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

4.1 Введение

Перспективность изобретения в настоящее время во многом определяется коммерческой ценностью разработки, поэтому целью данного раздела является оценка конкурентоспособности изделия, востребованности его на рынке.

Объектом исследования является автоматическая коробка скоростей испытательного стенда стартер-генераторов, модернизированная в ходе выполнения ВКР. Коробка имеет две передачи, переключаемые с помощью электромагнитных муфт.

В ходе работы была модернизированная существующая коробка скоростей. Зубчатые колеса и шестерни были заменены зубчатыми ремнями. Данное решение позволило устранить основной минус существующей версии коробки – высокий уровень шума и вибрации. Это позволило использовать коробку скоростей в помещении с соблюдением санитарных норм, продлить время работы коробки. При проектировании были использованы стандартные комплектующие.

4.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ является методом стратегического планирования, позволяющим выявить факторы внешней и внутренней среды. Факторы разделяются на четыре категории: сильные стороны (strengths) слабые(weaknesses), возможности (opportunities) и угрозы(threats).

На первом этапе перечислим все возможности, угрозы, сильные и слабые стороны спроектированного изделия.

Таблица 4. SWOT-анализ

Сильные стороны (С)	Слабые стороны (Сл)
1. Низкий уровень шума и вибраций	1. Необходимость дополнительного

2. Уникальность разработки 3. Использование стандартных ремней и муфт 4. Технологичность конструкции 5. Упрощение конструкции корпуса	подвода питания для охлаждения 2. Износ ремней 3. Высокая точность изготовления несущих пластин 4. Необходимость обеспечения натяжения ремней 5. Нерентабельность серийного производства
Возможности (В)	Угрозы (У)
1. Рост спроса, ввиду уникальности разработки 2. Создание методики по переводу коробок на зубчатые ремни 3. Адаптация методики к серийному и массовому производству	1. Отсутствие спроса 2. Частая замена ремней 3. Перегрев муфт

Составим интерактивные матрицы, с целью выявления соответствия сильных и слабых сторон возможностям и угрозам изделия.

Выявим соответствие сильных сторон изделия его возможностям с помощью матрицы в виде таблицы 6.

Таблица 5. Соответствие сильных сторон возможностям

Сильные стороны изделия						
Возможности изделия		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	-	-	0
	B2	-	+	0	-	+
	B3	+	0	+	+	+

Выявим соответствие слабых сторон изделия его возможностям с помощью матрицы в виде таблицы 7.

Таблица 6. Соответствие слабых сторон возможностям

Слабые стороны изделия						
Угрозы изделия		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	-	-	-	-	+
	В2	-	+	-	-	+
	В3	-	+	+	-	+

Выявим соответствие сильных сторон изделия его угрозам с помощью матрицы в виде таблицы 8.

Таблица 7. Соответствие сильных сторон угрозам

Сильные стороны изделия						
Угрозы изделия		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	+	-	-	-
	У2	+	-	0	+	-
	У3	+	-	+	+	-

Выявим соответствие слабых сторон изделия его угрозам с помощью матрицы в виде таблицы 9.

Таблица 8. Соответствие слабых сторон угрозам

Слабые стороны изделия						
Угрозы изделия		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	-	-	-	+
	У2	-	+	+	+	+
	У3	+	-	-	-	-

Таблица 9. Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны:	Слабые стороны:
Возможности:	<p>В3С1С3С4С5:</p> <p>При адаптации данной разработки для серийного производства положительными факторами будут: низкие уровни шума и вибраций, соответствующие санитарным нормам, Использование в изделии стандартных ремней и муфты, высокая технологичность конструкции.</p>	<p>В3Сл2Сл3Сл5:</p> <p>Адаптация к серийному производству может быть осложнена следующими проблемами: зубчатые ремни изнашиваются быстрее зубчатых колес, что может увеличить время обслуживания коробки, необходимо будет обеспечивать высокую точность обработки пластин; необходимо будет доработать корпус для реализации серийного производства.</p>

Угрозы:	УЗС1С3С4: После модернизации в коробку будут установлены муфты, работающие в сухой среде, что приведет к необходимости устанавливать вентиляторы для лучшего охлаждения	У2Сл2Сл3Сл4Сл5: Неточность изготовления и установки деталей может приводить к частой замене ремней, что отрицательно скажется на эксплуатационных свойствах коробки
----------------	---	---

4.3 Вывод

В разделе «Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был проведен SWOT-анализ коробки скоростей. Анализ сильных и слабых сторон, возможностей и угроз помог определить путь развития проекта. Изделие сможет занять определенную нишу рынка и быть конкурентоспособным.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Н21	Оброкову Олегу Александровичу

Институт	ИК	Кафедра	АРМ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.05 «конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Помещение закрытого типа с естественной вентиляцией воздуха. Помещение имеет как искусственный, так и естественный источник освещения. Основное рабочее оборудование – ПЭВМ.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Вредные факторы производственной среды: недостаточное освещение, повышения уровня шума, микроклимат, превышение электромагнитных и ионизирующих излучений; монотонный режим работы. – Опасные факторы среды: электрический ток, влияние на зрение. – Негативное влияние на окружающую среду: бытовые отходы. – Чрезвычайные ситуации: пожар.
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – ГОСТ 12.0.003-74 (с измен. 1999 г.) – ГОСТ 12.1.004 «Пожарная безопасность» – ГОСТ 12.1.010–76 «Взрывобезопасность» – Правила устройства электроустановок. – ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00 – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 (с измен. 2010 г.) – СН 2.2.4/2.1.8.562–96. – СН 2.2.4/2.1.8.556–96.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<ul style="list-style-type: none"> – Вредные факторы возникают из-за ПЭВМ. – Негативные электромагнитное и ионизирующее излучения отрицательно влияют на иммунную, нервную, эндокринную и дыхательную системы. Шум негативно влияет на психофизиологическое состояние. – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Напряженность электрического поля в диапазоне частот 5 Гц– 2 кГц не должна превышать 25 В/м, а в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц не больше 2,5 В/м. – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. При нахождении на рабочем месте в процессе трудовой деятельности на ПЭВМ уровень звукового давления не должен превышать 50 дБА.
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> – Уменьшение мощности блока питания компьютера, сокращение времени пребывания за компьютером, перерывы.
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<ul style="list-style-type: none"> – Механические опасности отсутствуют. – Термические опасности отсутствуют. – Установлены удлинители в розетках (эл. сеть перегружена) – Возможные причины пожара: возникновение КЗ в проводке.
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<ul style="list-style-type: none"> – Бытовые отходы. Отходы, образующиеся при поломке ПЭВМ.
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<ul style="list-style-type: none"> – Возможные ЧС: пожар. – Пожар. – Устройства оповещения при пожаре, датчики дыма. – Соблюдения техники безопасности. – Следование плану эвакуации, вызов пожарных.
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<ul style="list-style-type: none"> – Право на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены. – Использование оборудования и мебели согласно антропометрическим факторам.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедр ЭБЖ	Пустовойтова М.И.	К.Х.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Н21	Оброков О.А.		

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В ходе данной работы была спроектирована двухскоростная автоматическая коробка скоростей с ременной передачей, были проведены все необходимые технические расчеты с помощью различных программных комплексов, текстовых и графических редакторов. На основе этого рабочим местом будет принято место работы оператора ПК(персонального компьютера).

В процессе продолжительной активной работы за ПЭВМ происходит оказывается негативное воздействие на организм человека. Она оказывает значительную нагрузку на зрение, так как в основном вся работа происходит у монитора ПК. Он в свою очередь является основным источником различных вредных факторов, таких как: пульсация яркости изображения, ультрафиолетовое, инфракрасное, рентгеновское и др. излучения.

Еще одним вредным фактором работы на ПЭВМ является длительное сидячее положение. Оно приводит к напряжению мышц, появлению болей в спине, шеи, руках, плечевых суставах. При длительной работе на клавиатуре появляются болевые ощущения в запястьях, кистях и пальцах рук. [17]

Данная часть выпускной квалификационной работы представляет собой анализ вредных и опасных факторов, воздействующих на организм человека в процессе работы и разработке методов по минимизации вредного воздействия данных факторов. Произведен анализ вредных факторов: показатели микроклимата в помещении, электромагнитные излучения. Рассмотрены вопросы охраны окружающей среды, противопожарной безопасности, защиты в случае чрезвычайной ситуации, а так же правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

5.1 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды

Проектирование рабочей (производственной) среды нацелено на минимизацию вредного воздействия физических, химических и

биологических вредных факторов на рабочем месте для создания оптимальных условий труда.

Под оптимальными условиями труда понимаются такие условия, которые сохраняют здоровье работников, стимулируют их на продолжительную продуктивную работу.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[18] сравним соответствие требований: фактических значений с допустимыми.

Требования к ПЭВМ:

ПЭВМ должен соответствовать допустимым уровням звукового давления, описанных в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[18] (50). Значение уровня звукового давления на рабочем месте, создаваемое ПЭВМ, составляет 33 дБ. Измерения проводились при помощи микрофона и специального программного продукта. Превышение уровня звукового давления приводит к появлению головной боли, быстрой утомляемости, потери концентрации и т.д.

Экран ПЭВМ имеет регулировки в двух плоскостях, что обеспечивает возможность выставить его в необходимое для оператора положение. Окраска корпуса произведена в мягких тонах, матовое покрытие обеспечивает равномерное рассеивание света, не создавая бликов, которые могут оказать негативное воздействие на продуктивность работы.

В конструкции монитора предусмотрено регулирование яркости и контрастности.

Допустимые визуальные параметры устройств отображения информации представлены в таблице 11.

Таблица 10

№	Параметры	Допустимые значения	Фактические значения
1	Яркость белого поля	Не менее 35 кд/кв.м	300 кд/кв.м
2	Контрастность	Не менее 3:1	2000:1

Напряженность электромагнитного поля по электрической составляющей на расстоянии 50 см вокруг монитора не должна превышать 25 В/м в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц и 2,5 В/м - в диапазоне от 2 до 400 кГц [18]. Плотность магнитного потока не должна превышать в диапазоне от 5 Гц до 2 кГц 250 нТл и 25 нТл - в диапазоне от 2 до 400 кГц. Поверхностный электростатический потенциал не должен превышать 500 В [18]. Рабочие места оборудованы ПЭВМ типа Acer Aspire, имеющими характеристики: напряженность электромагнитного поля 2,5 В/м; поверхностный потенциал составляет 420 В.

Требования к помещениям для работы с ПЭВМ:

Помещение, где расположено рабочее место, согласно нормам, имеет как естественное, так и искусственное освещение. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[18] окна преимущественно должны быть ориентированы на север и северо-восток, но окна на нашем рабочем месте ориентированы на юг. Окна оборудованы занавесками с возможностью регулировки.

Рабочее место находится в офисном помещении. Площадь помещения составляет 15 м² (длина А=5 м, ширина В=3 м), объем составляет 42 м³ (высота С=2,8 м). Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[18] площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ составляет 6 м² и 20 м³ объема на одного человека[18]. Так как в помещении работают 2 человека, нормативные условия соблюдаются.

5.1.1 Требования к микроклимату, содержанию аэроионов и вредных химических веществ в воздухе на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ

Значительное влияние на работоспособность человека оказывает микроклимат рабочей зоны, зависящий от теплофизических особенностей технологического оборудования, сезона года, условий отопления и вентиляции. Микроклимат определяют действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажностью воздуха и скоростью движения воздуха. При определенных значениях микроклимата, человек испытывает

состояние комфорта, что способствует повышению производительности труда. И, наоборот, неблагоприятные значения микроклиматических показателей могут стать причиной снижения производственных показателей в работе, привести к таким заболеваниям как различные формы простуды, хронический бронхит и т.д.

Работа в помещениях, где основной работой является использование ПЭВМ, связана с возможными нервно-эмоциональными напряжениями. В таких помещениях должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата для категории работ 1а и 1б. Перепады температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°С и выходить за пределы величин, указанных в табл.2. [18].

Таблица 11

Период года	Категория работ по уровням	Температура, С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, не более м/с
Холодный	Ia	22–24	60–40	0.1
	Iб	21–23		
Теплый	Ia	23–25		
	Iб	22–24		

Так как помещения оборудованы ПЭВМ, то еженедельно проводится влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ПЭВМ.

В помещении осуществляется естественная вентиляция – поступление воздуха осуществляется посредством оконного, дверного проемов, форточки. Основным недостатком естественной вентиляции является поступление приточного воздуха в помещение без предварительной очистки, нагрева или охлаждения. Согласно нормам СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[18] объем воздуха необходимый на одного человека в помещении без дополнительной вентиляции должен быть более 20м³[18]. В нашем случае объем воздуха на одного человека составляет 21 м³, что соответствует нормам.

5.1.2 Требования к уровню шума на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ

Одним из наиболее опасных в производстве вредных факторов является шум, поэтому на рабочем месте должны соблюдаться нормы по уровню шума. Шум – это совокупность аperiodических звуков различной интенсивности и частоты (шелест, дребезжание, скрип, визг и т.п.), способных оказывать неблагоприятное воздействие на организм. Допустимый уровень шума - это уровень, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к шуму[6].

Шум с уровнем звукового давления до 30-35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40-70 дБ в условиях среды обитания приводит к неблагоприятным для организма последствиям. Последствия шума – головная боль, быстрая утомляемость, бессонница или сонливость, ослабление памяти, снижение реакции и др.

Основным источником шума в комнате являются вентиляторы охлаждения ЭВМ. Уровень шума колеблется от 35 до 40 дБА. При выполнении основной работы на ПЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50дБА [18]. Можем сделать вывод, что рабочее место соответствует вышеуказанным нормам.

5.1.3 Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение. Освещение рабочего места является одним из важнейших факторов создания оптимальных условий труда. Несоблюдение требований к освещению чревато понижением общей работоспособности. Кроме того, зрение утомляется, возникает прямая угроза здоровью, возможно появление проблем со зрением, даже развитие

близорукости. Освещение, не соответствующее нормам утомляет не только зрение, но также вызывает утомление всего организма в целом.

Освещенность рабочего места за столом, согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-0 [2], должна составлять не менее 300-500 лк.

Таблица 12

Характеристика зрительной работы	Наименьший объем различения, мм	Искусственное освещение, лк	
		Комбинированное	Общее
Высокая точность	0,3–0,5	750	300

Освещение не должно создавать бликов на экране. За счет правильного выбора и расположения светильников, яркость бликов на экране не должна превышать 40 кд/м^2 . Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель.

Оптимальная освещённость достигается в дневное время за счёт попадание естественного света через окна, в утренние и вечерние часы за счёт искусственного освещения лампами.

В качестве источников искусственного света используется люминесцентная лампа, так как по спектральному составу она близка к дневному свету; обладает более высоким КПД и повышенной светоотдачей.

Меры защиты от опасных и вредных факторов производства делятся на технические и организационные. К ним относится защита от вредного воздействия облучения. При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с монитором, проводятся следующие мероприятия:

- для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранении здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;
- дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см;

- должны использоваться дисплеи со встроенными защитными экранами.

5.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

Большое количество аппаратуры, используемой в помещении и находящейся под напряжением 220В, относится к опасным факторам проектируемой среды.

Во время нормального режима работы оборудования, опасность электропоражения мала, однако, возможны аварийные режимы работы, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями.

Поражение человека электрическим током может произойти в следующих случаях:

- При возможном коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания, блоке развертки монитора.при соприкосновении с полом и стенами, оказавшимися под напряжением;
- При прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ;
- При однофазном (однополюсном) прикосновении неизолированного от земли человека к неизолированным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением;
- При прикосновении к нетоковедущим частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции.
- Для обеспечения электробезопасности необходимо [4]:
- Произвести изолирование (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
- Произвести установку защитного заземления;
- Наличие общего рубильника;

- Производить своевременный осмотр технического оборудования, изоляции.

Электрический ток, проходя через тело человека, оказывает на него сложное воздействие, являющееся совокупностью термического, электролитического, биологического и механического воздействий, что приводит к различным нарушениям в организме, вызывая как местные повреждения тканей и органов, так и общее его поражение.

Любое из указанных воздействий может привести к электрической травме, т.е. к повреждению организма, вызванному воздействием электрического тока или электрической дуги.

В компьютерах огромное количество компонентов, которые содержат токсичные вещества и представляют угрозу человеку и окружающей среде, а именно: свинец, никель, цинк, ртуть, щелочи и пр. [5].

Для недопущения попадания вредных веществ в окружающую среду необходимы специальные методы утилизации компьютеров и их компонентов. Применяются такие методы как:

- Сепарация металлических компонентов от неметаллических.
- Переработка путем переплавки металлических компонентов, их дальнейшее использование.
- Специализированная переработка и утилизация неметаллических компонентов.

5.3 Защита в чрезвычайных ситуациях

На рабочем месте присутствуют электрические провода, находящиеся под напряжением в 220В. Проводка питает вычислительную технику, осветительные приборы.

При неправильной эксплуатации оборудования и коротком замыкании электрической цепи может произойти возгорание, которое грозит уничтожением техники, документов и другого имеющегося оборудования.

Данное помещение относится к категории Д (наличие твердых сгораемых вещей). Необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

- Организационные мероприятия, касающиеся технического процесса с учетом пожарной безопасности объекта;
- Эксплуатационные мероприятия, рассматривающие эксплуатацию имеющегося оборудования;
- Технические и конструктивные, связанные с правильным размещением и монтажом электрооборудования и отопительных приборов.
- Организационные мероприятия:
 - Противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
 - Обучение персонала правилам техники безопасности;
 - Издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.
- Эксплуатационные мероприятия:
 - Соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
 - Обеспечение свободного подхода к оборудованию;
 - Содержание в исправном состоянии изоляции токоведущих проводников.

К техническим мероприятиям относится соблюдение противопожарных требований при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В коридоре имеется порошковый огнетушитель типа ОП-5, рубильник, на двери приведен план эвакуации в случае пожара, и, на досягаемом расстоянии, находится пожарный щит.

Для осуществления эффективной борьбы с огнем следует применять пожарные стволы и рукава. Данное оборудование должно располагаться в специально оборудованных шкафах, размещенных в доступном месте. На пожарных щитах для первичного тушения огня обязательно наличие ящика с песком, топора, пожарных ведер.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для осуществления практической деятельности в области обеспечения безопасности жизнедеятельности необходимо соблюдение нормативов и правил ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить. Соблюдение рабочего режима, правил ведения работ и т.д.

Согласно СанПиН [18] рабочие места для ПЭВМ необходимо располагать таким образом, чтобы промежуток между рабочими столами с экранами компьютеров составлял не менее двух метров в направлении тыльной поверхности монитора и не менее 1,2 метров в боковом направлении.

Рабочие места, оборудованные ПЭВМ и расположенные в тех помещениях, где присутствуют вредные производственные факторы, необходимо располагать в изолированных кабинках, оборудованных независимым воздухообменом.

Рабочие места с ПЭВМ при выполнении творческой работы, требующей значительного умственного напряжения или высокой концентрации внимания, рекомендуется изолировать друг от друга перегородками высотой 1,5 - 2,0 м.

Необходимо располагать монитор на удалении 600 - 700 мм от глаз работника, однако запрещено сокращать расстояние до 500 мм и менее. Данные расстояния учитывают размеры алфавитно-цифровые знаки и символы на экране компьютера.

К конструкции стола на рабочем месте применяется ряд требований, включающих в себя оптимальное расположение применяемого оборудования на рабочей поверхности, учитывающее его количество, конструктивные и эргономические особенности, характер работы. При этом допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики. Поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения 0,5 - 0,7.

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ.

Поверхность сиденья, спинки и других элементов стула (кресла) должна быть полумягкой, с нескользящим, слабо электризующимся и воздухопроницаемым покрытием, обеспечивающим легкую очистку от загрязнений [18].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была спроектирована автоматическая двухступенчатая коробка скоростей для испытательного стенда стартер-генераторов. Проведен обзор существующих технических решений, применяемых в коробке, в частности рассмотрены основные типы передач и муфт. Проведены расчеты валов на кручение, расчеты подшипников на статическую и динамическую грузоподъемность, предельную частоту вращения, ресурс.

В результате работы была создана трехмерная модель коробки скоростей, разработана техническая документация, разработан техпроцесс изготовления детали. Проведен SWOT-анализ спроектированного изделия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

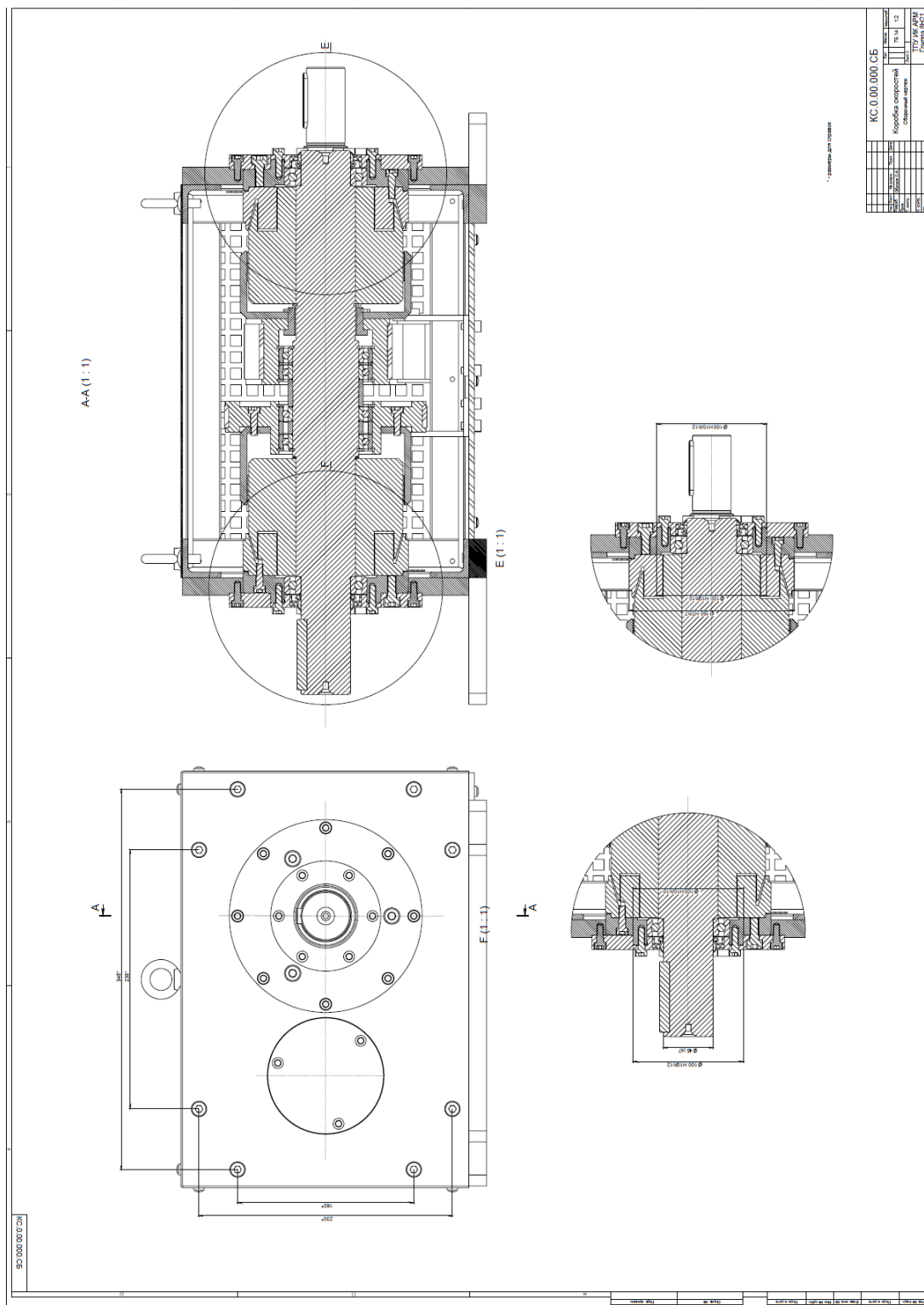
1. Анурьев В. И. Справочник конструктора - машиностроителя: В 3-х т. Т. 2.-8-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 2001.-920 с., ил
2. Гулиа Н.В., Клоков В.Г., Юрков С.А. Детали машин: Учебник. 2010 г.
3. Мельников В.З. Зубчатые передачи с многопарным зацеплением. Учебное пособие. 2006 год.
4. Зубчатые приводные ремни. BeltImprex[Электронный ресурс]. URL:<http://conti-belt.ru/s-belt.html>(дата обращения 15.05.2016).
5. Завод электромагнитных муфт [Электронный ресурс]. URL:<http://emufta.ru/> (дата обращения 18.05.2016).
6. Сабанчиев Х.Х., Гапова М.А. Исследование шума в ременных передачах (ЗРП).
7. Студопедия [Электронный ресурс]URL: <http://studopedia.org/>(дата обращения 18.05.2016).
8. Решетов Д.Н. Детали машин. 4-е издание, переработанное и дополненное. 1989.
9. Тепловозы [Электронный ресурс]. URL: http://dieselloc.ru/books/teplovoz/diesel_72.html (дата обращения 19.05.2016).
10. Кузьмин А.В. Расчеты деталей машин. Справочное пособие. 3-е издание, переработанное и дополненное, 1986.
11. Анурьев В. И. Справочник конструктора - машиностроителя: В 3-х т. Т. 1.-8-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 2001.-920 с., ил.
12. Радкевич Я.М. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. для машиностроит. спец. вузов/ под ред. В.А. Тимирязева. – М.: Высш. шк., 2004.– 272с.: ил.
13. Косилова А.Г. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т. 2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. 496с., ил.

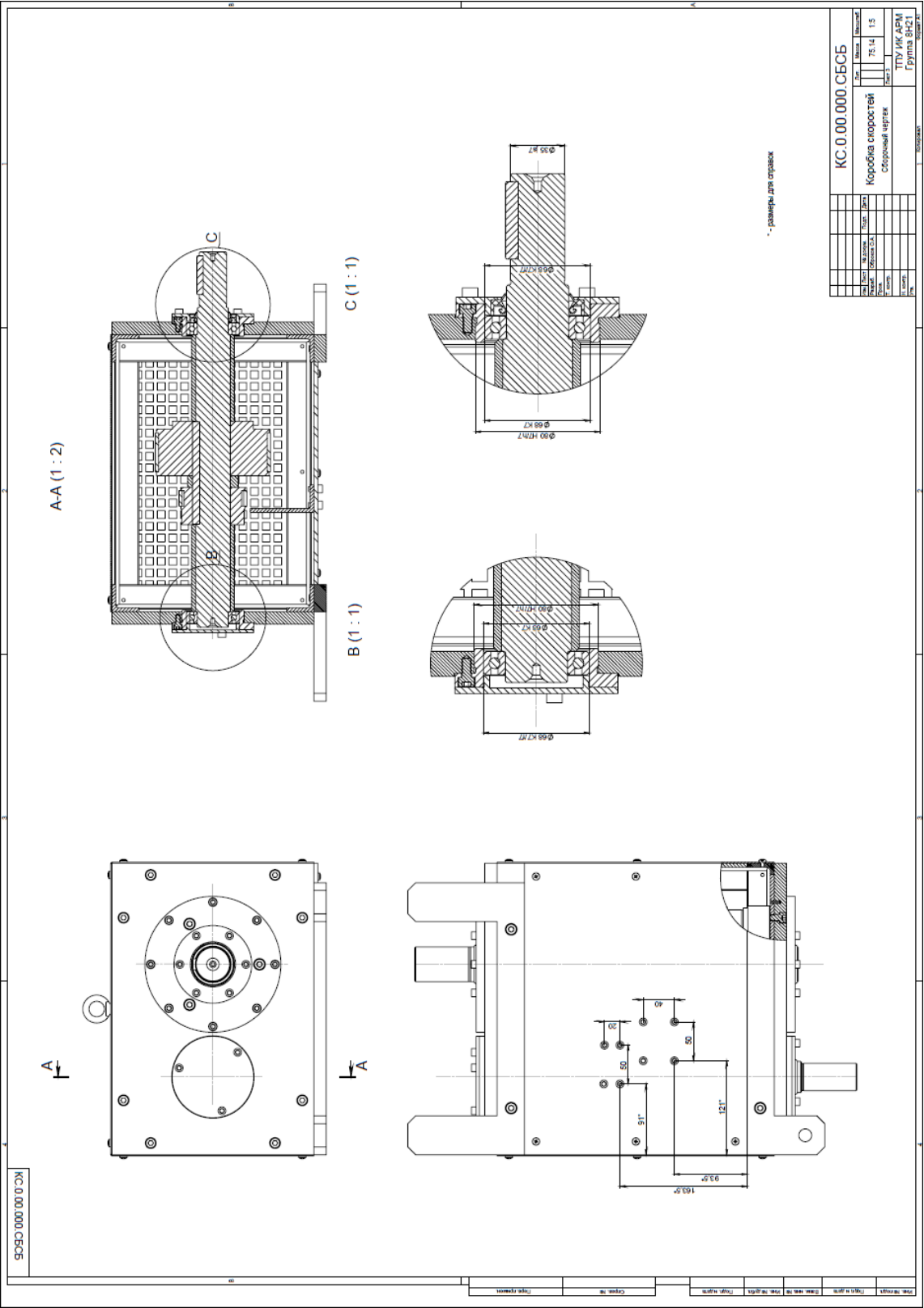
14. Ременные передачи. Московский Государственный Технический Университет имени Н.Э. Баумана [Электронный ресурс]. URL:http://www.bmstu.ru/~rk3/okdm/lect/lect_14.htm (дата обращения 20.01.2016).
15. Антонюк В.Е. В помощь молодому конструктору станочных приспособлений. Издательство «Беларусь», 1986 г.–350 с.
16. Стружестрах Е.И. Справочник нормировщика машиностроителя: Т.2/ Под ред. Е.И. Стружестраха. М.: Машиностроение, 1961. 826с.
17. Sandvik Coromant CoroGuide. Рекомендации по выбору инструмента.URL:// <http://toolguide.sandvik.coromant.com/touchTime>. Режим доступа – с главного экрана.
18. Романенко С.В Социальная ответственность – С.В. Романенко, Ю.В. Анищенко – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 11 с.
19. Гигиенические требования к электронно-вычислительным машинам и организации работы. Санитарные правила и нормы 2.2.2 2.4.1340 – 03. – М., 2003
20. Основы противопожарной защиты предприятий ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010 – 76.
21. Правила устройства электроустановок. Минэнерго СССР, 6-е издание – Энергоатомиздат, 1996. – 640с.
22. ПОТ РМ-016-2001 РД 153-34.0-03.150-00. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок.
23. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. СН2.2.4/2.1.8.562-96

Приложение А



Приложение Б

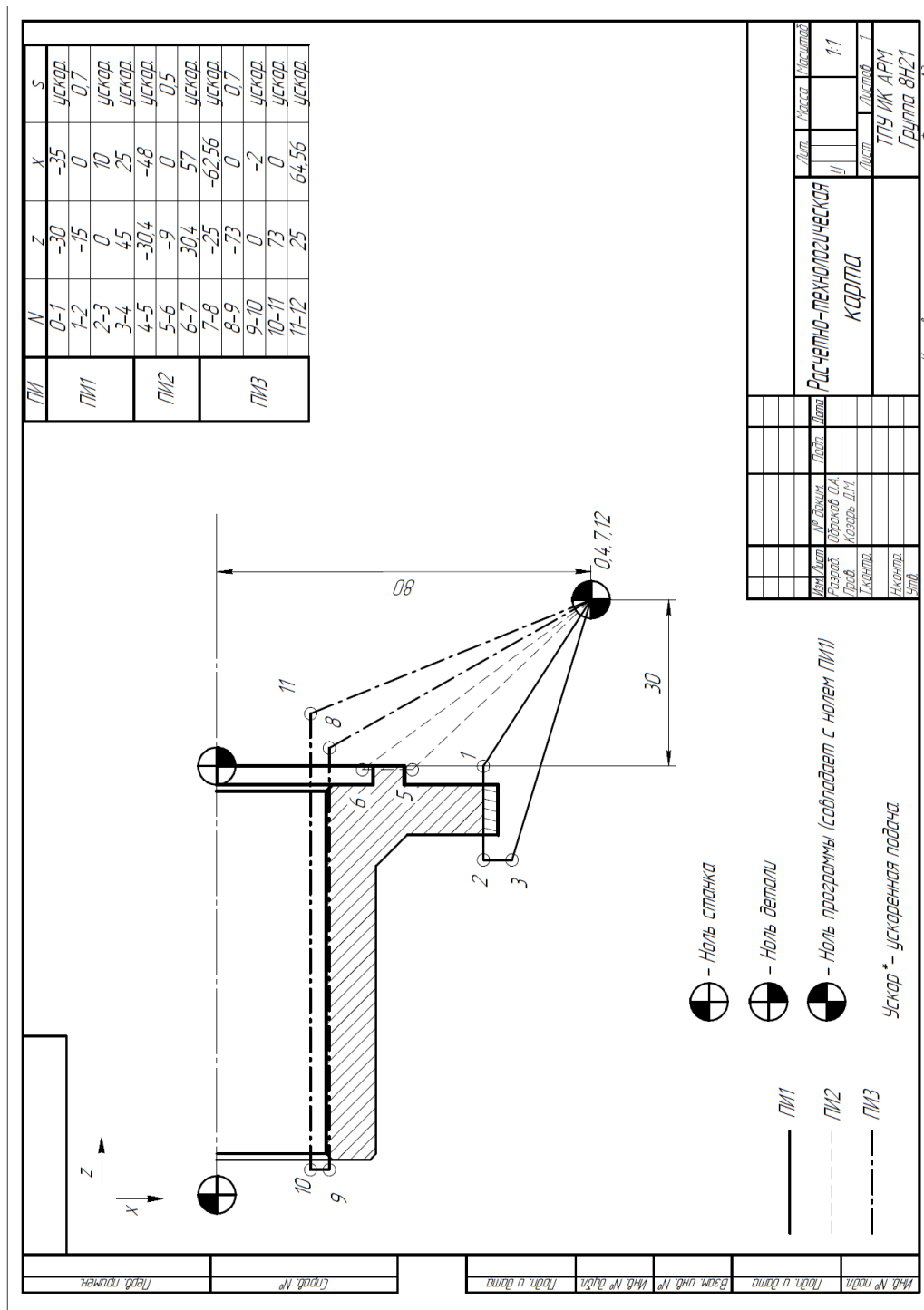




Приложение Г

[illegible]

Приложение Д



Приложение Ж

Дизайн																																																																																																																							
Взам.																																																																																																																							
Подп.																																																																																																																							
<table border="1"> <tr> <td>Разработчик</td> <td>О.А. Овощков</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Нормировщик</td> <td>Д.М. Казарь</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Согласован</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Т. Контроль</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н. Контроль</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>																				Разработчик	О.А. Овощков																			Нормировщик	Д.М. Казарь																			Согласован																				Т. Контроль																				Н. Контроль																			
Разработчик	О.А. Овощков																																																																																																																						
Нормировщик	Д.М. Казарь																																																																																																																						
Согласован																																																																																																																							
Т. Контроль																																																																																																																							
Н. Контроль																																																																																																																							
Наименование операции		Материал		Твердость		F _В		M _В		Профиль и размеры		M _В		K _В		O _В																																																																																																							
Токарная		Сталь 45 ГОСТ 1058-88																																																																																																																					
Обработка инструментом ЧПУ		Обозначение программы		L _в		L _д		L _з		L _{шт}		L _ш																																																																																																											
Токарно-винторезный 16K20Ф3				0,056		2,4		19		4,29		Эмульсия																																																																																																											
P			ПМ	D или B	L	F	I	S	n	V																																																																																																													
01				ММ	ММ	ММ	-	ММ/ОБ	ОБ/МИН	М/МИН																																																																																																													
02	1. Установить и закрепить заготовку																																																																																																																						
03	Трехконтракторный самоцентрирующийся патрон																																																																																																																						
04																																																																																																																							
05																																																																																																																							
06	2. Точить поверхность начерно, выдерживая размер 2																																																																																																																						
07	Резец Sandvik coromant DSDNN 2020K 12, пластина SNMG 120416-PR 4325																																																																																																																						
08	ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80																																																																																																																						
09			ПМ1	92	8	1	1	0,7	1102	318																																																																																																													
10																																																																																																																							
11	3. Точить торцевую поверхность, выдерживая размер 3																																																																																																																						
12	Резец Sandvik coromant DSBMR 2525M 15, пластина SNMG 160624-PR 4325																																																																																																																						
13	ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80																																																																																																																						
14			ПМ2	60	5	0,4	1	0,5	1715	323																																																																																																													
15																																																																																																																							
OK																																																																																																																							

Дизайн																																																																																																																							
Взам.																																																																																																																							
Подп.																																																																																																																							
<table border="1"> <tr> <td>Разработчик</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Нормировщик</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Согласован</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Т. Контроль</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н. Контроль</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>																				Разработчик																				Нормировщик																				Согласован																				Т. Контроль																				Н. Контроль																			
Разработчик																																																																																																																							
Нормировщик																																																																																																																							
Согласован																																																																																																																							
Т. Контроль																																																																																																																							
Н. Контроль																																																																																																																							
Наименование операции		Материал		Твердость		F _В		M _В		Профиль и размеры		M _В		K _В		O _В																																																																																																							
Токарная		Сталь 45 ГОСТ 1058-88																																																																																																																					
Обработка инструментом ЧПУ		Обозначение программы		L _в		L _д		L _з		L _{шт}		L _ш																																																																																																											
Токарно-винторезный 16K20Ф3				0,056		2,4		19		4,29		Эмульсия																																																																																																											
P			ПМ	D или B	L	F	I	S	n	V																																																																																																													
01	4. Точить отверстие начисто																																																																																																																						
02	Резец Sandvik coromant A20S-SDXCR 11-R, пластина DCMT 11 T3 12-PR 4325																																																																																																																						
03	ШЦ-1-125-0,02 ГОСТ 166-80																																																																																																																						
04			ПМ3	32	63	1,44	1	0,7	2452	268																																																																																																													
05																																																																																																																							
06																																																																																																																							
07																																																																																																																							
08																																																																																																																							
09																																																																																																																							
10																																																																																																																							
11																																																																																																																							
12																																																																																																																							
13																																																																																																																							
14																																																																																																																							
15																																																																																																																							
16																																																																																																																							
17																																																																																																																							
18																																																																																																																							
19																																																																																																																							
20																																																																																																																							
21																																																																																																																							
OK																																																																																																																							